



**FERNANDO
RAIMUNDO
RODRIGUES NUNES**

**APLICAÇÕES LEAN E KAIZEN NA LOGÍSTICA
INTERNA DO GRUPO BI-SILQUE**



**FERNANDO
RAIMUNDO
RODRIGUES NUNES**

APLICAÇÕES LEAN E KAIZEN NA LOGÍSTICA INTERNA DO GRUPO BI-SILQUE

Relatório de Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizado sob a orientação científica do Doutor José António de Vasconcelos Ferreira, Professor Associado do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho à minha irmã, Dávia Nunes, por todo o seu suporte concedido ao longo da minha vida e, particularmente, por estar ao meu lado sempre que preciso. Uma verdadeira mãe.

o júri

presidente

Prof^a. Doutora Maria João Machado Pires da Rosa
professora auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Manuel Augusto de Pina Marques
professor auxiliar da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Prof. Doutor José António de Vasconcelos Ferreira
professor associado da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Agradeço a todos que, de formas distintas e particulares, me auxiliaram na realização deste projeto.

À Bi-Silque, sobretudo, ao Engenheiro João Teles, meu orientador durante todo o projeto, que me motivou e guiou para a concretização do mesmo. Um também forte agradecimento à Engenheira Lúcia Fernandes que se mostrou sempre disponível para me auxiliar e esclarecer dúvidas. E a todos os colaboradores que trabalharam comigo, apoiando-me e garantindo o sucesso do trabalho desenvolvido.

Um especial agradecimento a todos os meus colegas de estágio por todos os bons momentos vividos. Não poderia deixar de referi-los: Fábio Bernardes, João Manso, Sara Valente e Tânia Ferreira.

À Universidade de Aveiro, em especial, ao meu orientador Professor José Vasconcelos por toda as ideias trocadas e sugestões dadas, que contribuíram para o enriquecimento do meu relatório de projeto e do meu "eu".

À minha namorada por todo o amor e paciência que sempre demonstrou, em especial durante este período. Sem ti este projeto não teria sido possível.

Por fim, agradeço a todos os meus amigos e familiares que sempre me apoiaram durante o meu percurso académico e que sempre viram este projeto como um sonho "nosso".

palavras-chave

Comboio logístico, OEE, redução de stocks, pensamento Lean, Melhoria contínua, gestão visual, Ciclo PDCA.

resumo

Desde a Revolução Industrial até ao presente, as organizações encontram-se num processo de constante evolução. Este é caracterizado por esforços contínuos na procura de melhorias ao nível dos produtos, processos e serviços. Neste sentido, a ação das organizações está voltada para duas frentes: a primeira, intimamente ligada a ações respeitantes ao seu meio envolvente; a segunda, focada no seu ambiente interno. Esta última, em particular, passa pela aplicação de metodologias como o pensamento *Lean* e o *Kaizen*, filosofias para o alcance de metas universais como a melhoria contínua e a redução de desperdícios. Este projeto incide na aplicação de um conjunto de ações, de acordo com as filosofias acima descritas.

O projeto recaiu sobre a Bi-Silque S.A. focando-se, em concreto, no seu setor "Bi-casa", responsável pela produção de produtos de comunicação visual. O referido setor carecia de melhorias ao nível do *gembu* que passavam pelo abastecimento de material às linhas, evitando desperdícios e quebras no fluxo produtivo. Por outro lado, a falta de registo dos dados produtivos originava graves problemas de planeamento e de implementação de melhorias. Existia também excesso de *stock* de produto intermédio.

Os objetivos do projeto orientam-se para três áreas de atuação: otimização do comboio logístico, implementação da OEE e redução de *stock* através de técnicas de gestão visual.

Os resultados obtidos validaram a estabilização do abastecimento de material às linhas produtivas. A implementação da OEE, conjugada com a metodologia PDCA, permitiu um aumento satisfatório na eficiência da linha de embalagem. O *stock* reduziu substancialmente, exibindo o notório sucesso das ações implementadas.

keywords

Logistics train, OEE, stock reduction, Lean Thinking, Continuous Improvement, visual management, PDCA cycle.

abstract

Since the Industrial Revolution to the present, organizations are in a process of constant development. This is characterized by continuous efforts in seeking improvements in terms of products, processes and services. In this sense, the organizations' action is facing two fronts: the first front is closely linked to actions related to their outside environment; the second one is focused on its internal environment. This last, in particular, involves the application of methodologies such as Lean Thinking and Kaizen, philosophies for achieving universal goals such as continuous improvement and waste reduction. This project focuses on the application of a set of actions, according to the philosophies described previously.

The project occurred in Bi-Slique S.A., particularly in its Bi-casa sector, responsible for the production of visual communication boards. This sector needed some improvements at the *gemba* level that could improve the supply line, preventing breaks in production flow and waste. Moreover, the lack of productive registration data originated serious issues in planning and implementing improvements. There was also excess stock of intermediate product.

The objectives of this project are aimed at three areas: optimization of logistics train, implementation of OEE and reduction of stock through visual management techniques.

The results validated the stabilization of supply line processes. The implementation of OEE, combined with PDCA methodology, has satisfactorily increased the efficiency of the packing line. The stock has significantly decreased, showing the remarkable success of the implemented actions.

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO TRABALHO.....	1
1.2	RELEVÂNCIA DO DESAFIO.....	2
1.3	ESTRUTURA DO DOCUMENTO.....	2
2	ENQUADRAMENTO BIBLIOGRÁFICO	5
2.1	PERSPETIVA HISTÓRICA DO PENSAMENTO LEAN	5
2.1.1	TPS.....	5
2.1.2	DO TPS AO PENSAMENTO LEAN.....	7
2.1.3	PENSAMENTO LEAN.....	7
2.2	O DESPERDÍCIO.....	8
2.3	MELHORIA CONTÍNUA.....	10
2.4	MÉTODOS LEAN.....	13
2.4.1	VSM.....	13
2.4.2	PULL.....	14
2.4.3	TPM	15
2.5	TÉCNICAS E FERRAMENTAS LEAN.....	18
2.5.1	5S	18
2.5.2	DIAGRAMA CAUSA-EFEITO.....	19
2.6	O LEAN NA LOGÍSTICA	20
2.6.1	JIT.....	20
2.6.2	KANBAN	20
2.6.3	COMBOIO LOGÍSTICO	21
3	APRESENTAÇÃO DA EMPRESA.....	23
3.1	O GRUPO BI-SILQUE SGPS, S.A.	23
3.2	A EMPRESA BI-SILQUE S.A.	23
3.2.1	ESTRUTURA INTERNA DA EMPRESA.....	25
3.2.2	PRINCIPAIS PRODUTOS E MARCAS	26
3.3	O SETOR BI-CASA.....	27
3.3.1	SECÇÃO DOS PLANOS.....	29
3.3.2	SETOR DE MADEIRAS	30
3.3.3	SECÇÃO DE MONTAGEM E EMBALAGEM	36
3.4	O ABASTECIMENTO DE MATERIAL ÀS LINHAS	37

3.5	O PROJETO	39
3.5.1	OBJETIVOS A ATINGIR	39
3.5.2	METODOLOGIA PROPOSTA.....	40
4	RESULTADOS	42
4.1	OTIMIZAÇÃO DO COMBOIO LOGÍSTICO DOS PLANOS	43
4.1.1	LEVANTAMENTO DA SITUAÇÃO INICIAL.....	43
4.1.2	PROPOSTA DE MELHORIAS E IMPLEMENTAÇÃO DE AÇÕES	46
4.1.3	RESULTADOS OBTIDOS.....	52
4.2	IMPLEMENTAÇÃO DA OEE	54
4.2.1	DESENVOLVIMENTO DE UM QUADRO OEE PROTÓTIPO	55
4.2.2	IMPLEMENTAÇÃO DO QUADRO OEE PRÓTIPO EM LINHAS PILOTO	59
4.2.3	ANÁLISE DE RESULTADOS	59
4.2.4	PROPOSTA DE MELHORIAS E IMPLEMENTAÇÃO DE AÇÕES	61
4.2.5	AMPLIAÇÃO DA OEE A OUTRAS LINHAS PRODUTIVAS	63
4.3	REDUÇÃO DE INVENTÁRIO E AUMENTO DA GESTÃO VISUAL.....	64
4.3.1	LEVANTAMENTO DA SITUAÇÃO INICIAL.....	64
4.3.2	PROPOSTA DE MELHORIAS E IMPLEMENTAÇÃO DE AÇÕES	66
4.3.3	MUDANÇA DE LAYOUT	71
4.3.4	RESULTADOS OBTIDOS	73
4.4	SIMULAÇÃO DA SECÇÃO DE CORTE DE PERFIL.....	74
5	CONCLUSÃO	77
5.1	REFLEXÃO SOBRE O TRABALHO REALIZADO.....	77
5.2	DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	79
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81

ANEXOS

Anexo A - Simbologia utilizada na construção de um VSM

Anexo B - Folha de registo das movimentações do comboio logístico de planos

Anexo C - Regras de funcionamento do comboio logístico de planos

Anexo D - Instrução de trabalho do comboio logístico de planos

Anexo E - Instrução de trabalho para o preenchimento do quadro OEE

Anexo F - Ferramenta MS Excel para o cálculo da OEE

Anexo G - Análise aos *stocks* existentes no armazém de perfis

Anexo H - Instruções de utilização do quadro de planeamento produtivo

Anexo I - Exemplo de um *kanban* de produção do setor de madeiras

Anexo J - Estudo de simulação

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: A casa do <i>Toyota Production System</i> (Adaptado de Pinto, 2009).....	6
Figura 2: Os cinco princípios base da filosofia <i>Lean</i> (Adaptado de Womack & Jones, 2004). 8	
Figura 3: Exemplos de <i>Stakeholders</i> numa organização (Adaptado de Pinto, 2009).....	8
Figura 4: Os tipos de desperdício numa organização (Adaptado de Pinto, 2006).....	9
Figura 5: Sobreprodução, tempos de espera e movimentações desnecessárias (Fonte: Russell & Taylor, 2003).	10
Figura 6: Tarefas desnecessárias e excesso de inventário (Fonte: Russell & Taylor, 2003). 10	
Figura 7: Deslocações desnecessárias, defeitos e não aproveitamento do capital humano (Fonte: Russell & Taylor, 2003).	10
Figura 8: A palavra japonesa " <i>Kaizen</i> " significa melhoria contínua (Fonte: Sharma et al., 2003).....	11
Figura 9: As quatro etapas do ciclo PDCA (Adaptado de Dennis, 2008).	12
Figura 10: Principais métodos da filosofia <i>Lean</i> (Adaptado de Pinto, 2009).	13
Figura 11: Etapas a seguir na implementação de um VSM (Adaptado de Rother & Shook, 1999).....	14
Figura 12: Ilustração do funcionamento do Sistema <i>Pull</i> (Adaptado de Pinto, 2009).	15
Figura 13: Componentes para o cálculo da OEE (Adaptado de Almeanazel, 2010).	16
Figura 14: Principais técnicas/ferramentas <i>Lean</i> (adaptado de Pinto, 2009).	18
Figura 15: Esquema ilustrativo dos vários tipos de <i>Kanbans</i> existentes (Adaptado de Team, 2002).....	21
Figura 16: Empresas pertencentes ao grupo Bi-Silque SGPS, S.A. (Fonte: Sistema documental da Bi-Silque, 2014).....	23
Figura 17: Instalações atuais da sede do grupo Bi-Silque SGPS, S.A (fonte: Sistema documental Bi-Silque, 2012).....	24
Figura 18: Principais parceiros de negócio da Bi-Silque S.A..	25
Figura 19: Organigrama da Bi-Silque S.A. (adaptado de Sistema Documental da Bi-Silque, 2012).....	25
Figura 20: Artigos do setor Bi-casa (fonte: catálogo de produtos Bi-Silque, 2012).....	26
Figura 21: Artigos do setor Bi-office (fonte: catálogo de produtos Bi-Silque, 2012).....	27
Figura 22: <i>Layout</i> do setor Bi-casa.	28
Figura 23: <i>Layout</i> da secção dos planos.	29
Figura 24: <i>Layout</i> do setor de madeiras.	30
Figura 25: Processo de transformação do pinho e do MDF.....	31

Figura 26: Armazém de perfis de Pinho e MDF.	32
Figura 27: <i>Layout</i> da secção de corte e montagem.	34
Figura 28: <i>Layout</i> da secção de corte II.	35
Figura 29: <i>Layout</i> da secção de montagem e embalagem.	36
Figura 30: Percurso efetuado pelo comboio logístico de planos.	38
Figura 31: Cronograma das atividades planeadas para o projeto.	41
Figura 32: Diagrama causa-efeito relativo ao mau funcionamento do comboio logístico de planos.	43
Figura 33: Taxa de utilização média semanal do comboio logístico de planos nas três primeiras semanas.	44
Figura 34: Número médio semanal de semi-percursos efetuados pelo comboio logístico de planos.	45
Figura 35: Número médio diário de paletes transportadas pelo comboio logístico de planos.	45
Figura 36: Produção média de paletes provenientes da Giben 1.	47
Figura 37: Quadro de Kanbans presente na área das prensas.	49
Figura 38: Duas rotas do comboio logístico de planos.	51
Figura 39: Obstrução do caminho existente no corredor Atlanta-Easel.	51
Figura 40: Evolução da taxa de utilização do comboio logístico de planos.	52
Figura 41: Evolução do número de semi-percursos efetuados pelo comboio logístico de planos.	53
Figura 42: Evolução do número de paletes transportadas pelo comboio logístico de planos.	53
Figura 43: Horas de utilização dos empilhadores Vs. Horas de utilização do comboio logístico.	54
Figura 44: Visão global do protótipo do quadro OEE.	55
Figura 45: Bloco A do quadro OEE designado "Produção diária".	56
Figura 46: Bloco B do quadro OEE designado "Paragens planeadas e paragens não planeadas".	57
Figura 47: Bloco C do quadro OEE.	57
Figura 48: Bloco D do quadro OEE designado "Plano de ações de melhoria contínua".	58
Figura 49: Bloco E do quadro OEE.	58
Figura 50: Implementação da OEE nas linhas piloto.	59
Figura 51: OEE do equipamento MMA7.	60
Figura 52: OEE do equipamento MMA4.	61

Figura 53: Diagrama de Pareto das causas das paragens do equipamento MMA7 (90x60).	62
Figura 54: OEE antes e depois das ações implementadas.....	63
Figura 55: Mapeamento do fluxo de valor do pinho no setor das madeiras.	65
Figura 56: Identificação e pinturas das grades do setor de madeiras.	67
Figura 57: Antes e depois da implementação da metodologia 5S.	68
Figura 58: <i>Layout</i> final das grades no armazém de perfis.	69
Figura 59: Antes e depois de todo o projeto.	69
Figura 60: Ferramenta de planeamento visual de apoio à produção.	70
Figura 61: Circuito <i>Lean</i> implementado no setor das madeiras.	71
Figura 62: Mudança de <i>layout</i> ocorrida no setor das madeiras.....	72
Figura 63: Evolução do número de grades em excesso e do <i>stock</i> intermédio de perfis.	73
Figura 64: Evolução do número de grades em circulação.	73
Figura 65: Descrição do processo de fabrico da secção de perfil através da rede de Petri. .	74
Figura 66: Simulação 3D da secção de perfil com o Arena Visual Designer.....	75
Figura 67: <i>Lead time</i> do cenário inicial Vs. <i>Lead time</i> do cenário alternativo.	76

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: As 7 grandes perdas dos equipamentos (Adaptado de Suzuki, 1994).	16
Tabela 2: Valores da OEE para organizações do tipo WCM (adaptado de Afefy, 2013).	17
Tabela 3: Etapas para a implementação da Metodologia 5S (adaptado de Chapman, 2005).	19
Tabela 4: Argumentos favoráveis à aplicação de um <i>Mizusumashi</i> (Adaptado de Pinto, 2009).	22
Tabela 5: Dados relativos ao grupo Bi-Silque SGPS, S.A. (fonte: Sistema documental da Bi-Silque).	24
Tabela 6: Equipamentos presentes na secção de corte e montagem.	34
Tabela 7: Metodologia proposta para as diferentes fases do projeto.	40
Tabela 8: Empilhadores diretamente afetados pelo comboio logístico de planos.	46
Tabela 9: Ações implementadas no comboio logístico de planos.	46
Tabela 10: Horário de circulação do comboio logístico de planos.	48
Tabela 11: Informações presentes nos <i>kanbans</i> de paletes da Bi-bloco.	50
Tabela 12: Ações a implementar no âmbito da OEE.	55
Tabela 13: Referência detetadas com excesso de <i>stock</i>	64
Tabela 14: Ações a implementar no âmbito da redução de <i>stock</i> e aumento da gestão visual.	66
Tabela 15: Sistema de cores implementado no armazém de perfis.	67
Tabela 16: Produção média de perfis/equipamento.	72

LISTA DE ACRÓNIMOS

CPM	Corte de perfil manual
CPR	Corte de perfil revestido
<i>Gemba</i>	Palavra japonesa que significa "chão de fábrica"
JIT	<i>Just in time</i>
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
MDF	<i>Medium density fiberglass</i>
Memo	Nome dado aos quadros do setor Bi-casa
MA	Máquinas de montagem automática
<i>Muda</i>	Atividades que não acrescentam valor; desperdício
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
PME	Micro, pequenas e médias empresas
PVC	Policloreto de polivinila; plástico não 100% originário do petróleo
WCM	<i>World class Manufacturing</i>
WIP	<i>Work in process</i> (produtos em vias de fabrico)
<i>Stock</i>	Quantidade de mercadoria em armazém; existências
TMC	Toyota Motor Corporation
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TRABALHO

A mecanização e industrialização existentes não teriam sido possíveis sem a ocorrência da Revolução Industrial. Este marco permitiu a ocorrência de grandes mudanças tecnológicas, que se iniciaram com a invenção da máquina a vapor que, por sua vez, possibilitou a mecanização dos meios produtivos, dando origem a um novo mundo industrializado (Deane, 1979).

Desde a Revolução Industrial até aos nossos dias, as indústrias continuam a sofrer grandes alterações, de modo a poderem adaptar-se aos novos ambientes e às diferentes conjunturas (Cavalcante & da Silva, 2011).

O mundo industrial, hoje em dia, é cada vez mais competitivo e desafiante, de tal forma que as indústrias vivem uma árdua corrida pela procura da eficiência, em que é necessário gerir e dar resposta a uma determinada procura, aperfeiçoar ao máximo os processos existentes, criar parcerias, reduzir as não conformidades, reduzir os erros e maximizar a produtividade (Cardoso, 2012).

Não se trata apenas de concorrência entre as empresas, mas também do aumento das exigências por parte dos consumidores, tanto ao nível da qualidade quanto ao cumprimento dos prazos de entrega, o que leva as organizações a embarcarem numa aventura pela procura de soluções e metodologias que as tornem também mais eficazes (Pinto, 2009).

Associado à procura de soluções e metodologias está um arsenal de boas e más soluções e/ou metodologias para as empresas. Uma dúvida que os gestores da área frequentemente colocam é "quais são as melhores práticas para a minha organização?". Trata-se de uma pergunta aparentemente fácil, mas tentar formular uma resposta é realmente algo difícil (Azevedo, 2012).

Em grande parte dos casos, para que as atuais organizações possam ser bem-sucedidas, estas necessitam de empregar uma estratégia focada em produzir de forma mais eficiente e eficaz através do desenvolvimento das suas características intrínsecas, alicerçadas por um sistema de produção *Lean* e metodologias *Kaizen*, condições que permitem adquirir diferencial competitivo (Pinto, 2009).

O presente projeto insere-se no plano de estudos do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade de Aveiro e, teve como empresa-alvo a Bi-Silque S.A., uma PME de excelência situada em Esmoriz, Portugal, focando-se no setor Bi-casa.

O citado setor carenciava de algumas reformulações: a falta de espaço era um problema constante, causada principalmente pelos elevados *stocks* intermédios; sentia-se a necessidade de melhorar o fluxo de materiais; o abastecimento de materiais pelo comboio logístico era ineficiente; o planeamento produtivo de determinadas secções não ocorria dentro dos padrões desejáveis.

1.2 RELEVÂNCIA DO DESAFIO

Este projeto no setor Bi-casa prendeu-se com a implementação de metodologias *Lean* e *Kaizen* para solucionar os problemas existentes, maioritariamente, relacionados com a logística interna do setor. Deste modo, a metodologia *Lean* permitirá atuar sobre os desperdícios e, juntamente com a metodologia *Kaizen*, garantir maiores ganhos internos para o setor, o que naturalmente criará valor para a organização.

A execução deste projeto é de máximo interesse para a empresa, já que a sua consolidação permitirá não só melhorar a eficiência a nível operacional como conquistar clientes através de *lead times* mais reduzidos.

Para o sucesso deste projeto contou-se com as competências adquiridas que permitem analisar, projetar, controlar e acompanhar sistemas integrados de pessoas, materiais, equipamentos e energia com o intuito de criar valor para as organizações e recorreu-se a bibliografia adequada. Autores como Pinto (2009) e Coimbra (2009), nas suas diversas publicações, permitiram esclarecer as dúvidas que surgiram.

1.3 ESTRUTURA DO DOCUMENTO

O presente projeto está organizado em cinco capítulos, encontrando-se estes subdivididos em diversos pontos com a finalidade de explanar o trabalho executado ao longo deste projeto.

O capítulo 2 apresenta uma revisão bibliográfica da temática que sustentou este projeto. Encontra-se dividido em 6 pontos. O primeiro ponto principia a sua abordagem com

referência às origens do *Lean*. Seguidamente, explicita-se o que é o pensamento *Lean* segundo diferentes autores. O segundo ponto foca a sua atenção no desperdício e em todos os conceitos que o envolvem. Os conceitos relacionados com a melhoria contínua dizem respeito ao ponto seguinte. No quarto e quinto pontos são referidos métodos, técnicas e ferramentas *Lean* com principal atenção nos utilizados durante todo o projeto. Para finalizar, o sexto ponto aborda o *Lean* na logística, referenciando o JIT, o *Kanban* e o comboio logístico.

O capítulo 3 é destinado à apresentação e análise do grupo empresarial onde este projeto foi realizado, o grupo Bi-Silque SGPS. Concretamente, explicita-se a sua divisão organizacional, evidenciando a empresa Bi-Silque e o seu setor Bi-casa. Relativamente a este setor, é apresentado o seu processo produtivo, descrevendo as diferentes secções que o constituem, bem como o fluxo de operações existente. Termina-se apresentando os objetivos do projeto e a metodologia usada.

O capítulo 4 é dedicado aos resultados obtidos. Este capítulo evidencia a sequência lógica do projeto: inicia-se com o comboio logístico; de seguida apresenta-se a implementação da OEE; posteriormente relata-se o mais importante dos trabalhos desenvolvidos, a redução de *stock*; por fim descreve-se o estudo de simulação ocorrido, não previsto inicialmente no projeto, mas proporcionado no decorrer do mesmo.

O capítulo 5 faz o balanço do trabalho realizado e apresenta sugestões de trabalhos futuros.

2 ENQUADRAMENTO BIBLIOGRÁFICO

2.1 PERSPETIVA HISTÓRICA DO PENSAMENTO LEAN

Nenhuma nova ideia surge do nada. Na realidade, novas ideias surgem a partir de um conjunto de condições em que as ideias antigas parecem já não dar resposta ao que se pretende. Isto foi certamente o que esteve por detrás da origem da produção *Lean* (Womack et al., 1990). Por este motivo, para entender na realidade a produção *Lean* e as suas origens é importante recuar no tempo, concretamente às origens da indústria de motores.

2.1.1 TPS

No final da Segunda Guerra mundial, a indústria japonesa encontrava-se carenciada de vários tipos de recursos e o seu nível produtivo era baixo. Em situação oposta, os Estados Unidos da América e a Europa aplicavam uma política de produção em massa que estava a resultar (Pinto, 2006). Neste decorrer, surgiu a Toyota Motor Corporation (TMC) como uma empresa japonesa que conseguiu superar a instabilidade do mercado e a crise pós guerra (Ohno, 1988).

Fundada em 1937, a Toyota é hoje vista como uma das empresas mais eficientes e com uma qualidade de realçar no setor de produção de veículos motorizados. Porém, até atingir este marco, foram inúmeros os obstáculos que a referida empresa enfrentou para resistir e distinguir-se dos seus competidores (Pinto, 2009). Segundo Meyers & Stewart (2002), este marco não teria sido possível sem a indústria automóvel americana.

De facto, a Toyota tem sido uma empresa que se tem mantido próxima das práticas americanas. Eiji Toyoda (quinto presidente da Toyota) visitou a fábrica da Ford em Detroit e considerou utilizar os conhecimentos obtidos na sua organização. No entanto, após diversas observações e discussões com o seu principal engenheiro, Taiichi Ohno, este percebeu que a produção em massa não era a melhor solução para a sua empresa (Pinto, 2009).

Com o passar do tempo, os japoneses aperceberam-se que para fazerem frente aos outros mercados teriam de produzir automóveis com preços baixos, com mais variedade e com um custo mais reduzido. Foi neste sentido que criaram um sistema de produção totalmente pioneiro, o *Toyota Production System* (TPS) (Pinto, 2006).

O TPS é um sistema de produção que ambiciona a eliminação de desperdícios e satisfazer as necessidades dos clientes, de modo que utiliza as capacidades dos colaboradores e envolve-os para que tal aconteça (Sugimori et al., 1977).

Este sistema é sustentado pela cultura oriental e características específicas do povo japonês, isto é, o TPS foi desenvolvido tendo por base as principais características dos trabalhadores japoneses e, sobretudo, a forma como estes enfrentam o trabalho, isto é, de uma forma focada e com espírito de equipa (Sugimori et al., 1977). Pinto (2009) acrescenta que a Toyota deixou uma herança: a casa do TPS (Figura 1).

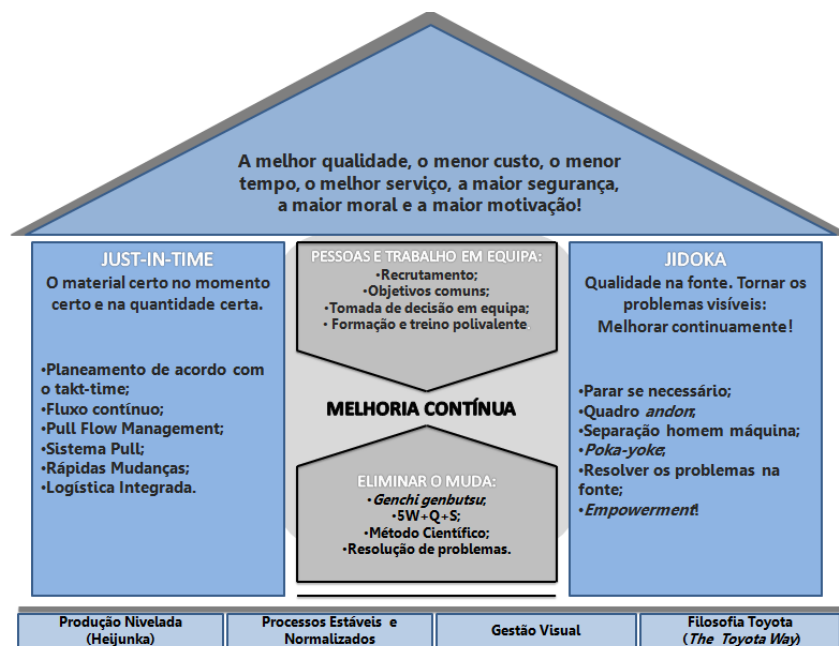


Figura 1: A casa do *Toyota Production System* (Adaptado de Pinto, 2009).

Deste modo, quando se refere o TPS é vulgarmente apresentado um edifício (casa) com várias divisões que, apesar de terem funções bem definidas, estão intrinsecamente ligadas. É interessante verificar que a base e os alicerces do edifício TPS contêm a filosofia Toyota (com princípios e valores simples e inalteráveis), a gestão visual como forma de despoletar os sentidos para o envolvimento de todos, a uniformização e estabilidade de processos como uma forma de reduzir a variabilidade tão nociva ao desempenho dos processos e o nivelamento da produção. Consolidando esta casa, está também o “respeito pelas pessoas”, algo que foi determinante ao desenvolvimento do TPS (Pinto, 2009).

2.1.2 DO TPS AO PENSAMENTO LEAN

De acordo com Pinto (2009), o resultado da evolução do TPS até à filosofia *Lean Thinking*, em traços gerais, pode ser expresso pela adição de dois novos blocos:

- **Supply Chain Management** (SCM, Gestão da Cadeia de abastecimento) – A filosofia do pensamento *Lean* deverá expandir as fronteiras das empresas a todos os parceiros comerciais envolvidos no mesmo negócio, de modo a que a maximização do valor seja atingida.
- **Customer Service** (CS, Serviço ao cliente) – O cliente final dá vida a cada organização e, por isso, é para ele que toda a cadeia se norteia e cria valor. O serviço é cada vez mais valorizado pelo cliente, tratando-se de um fator de diferenciação.

2.1.3 PENSAMENTO LEAN

Womack et al. (1990) cunharam o termo "pensamento *Lean*" para se referirem à evolução do TPS e à consideração de novos conceitos desenvolvidos durante a década de 90. Estes definem também "Produção *Lean*" como um sistema de produção totalmente inovador, que alia as vantagens do sistema de produção em massa com as vantagens do sistema de produção artesanal, contornando a pouca flexibilidade do primeiro e os elevados custos do segundo. Ohno (1988) acrescenta que a produção *Lean* procura insaciavelmente a eliminação de todos os tipos de desperdício (ver secção 2.2).

Womack & Jones (2004) referem que ambientes *Lean* primam por alta qualidade, baixo custo e entregas num curto prazo.

A Filosofia *Lean Thinking* alcançou enorme reputação mundial, sendo aplicada em todas as áreas de atividade económica, sendo já possível encontrar aplicações *Lean* na gestão de organizações não-governamentais e sem fins lucrativos (Pinto, 2009). Segundo Womack & Jones (2004), esta filosofia tem cinco princípios base (Figura 2).

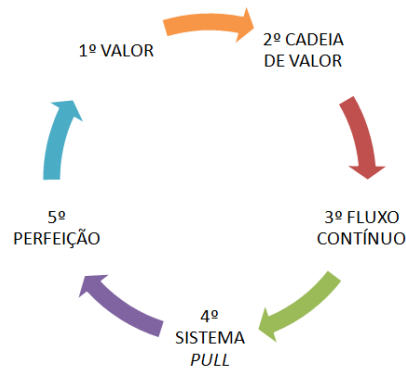


Figura 2: Os cinco princípios base da filosofia *Lean* (Adaptado de Womack & Jones, 2004).

Um dos princípios base do pensamento *Lean* é a criação de valor para os indivíduos que, direta ou indiretamente, usufruem dos seus produtos ou serviços. Mas estes indivíduos não são unicamente clientes, são também os colaboradores, os acionistas, os fornecedores e a sociedade em geral (Figura 3). Assim, o valor que as organizações geram destina-se à satisfação simultânea de todos os *stakeholders*, com necessidades e interesses específicos (Pinto, 2009).

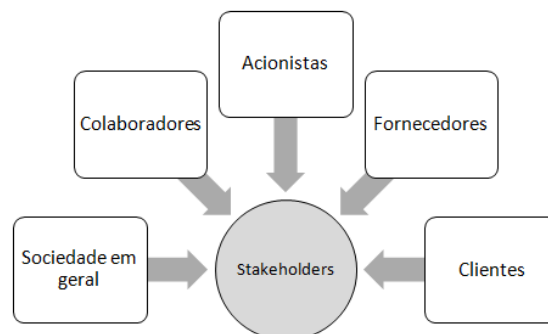


Figura 3: Exemplos de *Stakeholders* numa organização (Adaptado de Pinto, 2009).

2.2 O DESPERDÍCIO

Desperdício reporta-se a todas as atividades que são realizadas e não acrescentam valor. Estas atividades são designadas, em japonês, por *muda*. Consomem recursos e tempo, fazendo com que os produtos ou serviços sejam mais dispendiosos do que aquilo que deviam (Pinto, 2009). Fujio Cho referiu que o desperdício não é mais que "tudo que está para além da mínima quantidade de equipamentos, materiais, peças, espaço e mão-de-obra, estritamente essenciais para acrescentar valor ao produto" (Suzaki, 2010).

Womack & Jones (2004) nomeiam a filosofia *Lean* como o antídoto para o desperdício. Há empresas que estão empenhadas em combater o desperdício ou a gordura dos seus

processos, devendo começar por classificar as suas diferentes formas (Figura 4). Para Pinto (2009) existe dois tipos de desperdício:

- **O puro desperdício:** São aquelas atividades completamente dispensáveis, como é o caso de reuniões onde tudo se fala e nada se decide, deslocações, paragens e avarias. É dever das empresas eliminar na sua totalidade este tipo de desperdício, pois pode chegar a representar 65% do *muda* das organizações;
- **O desperdício necessário:** Apesar deste tipo de *muda* não acrescentar valor, estas atividades são imprescindíveis. São exemplos a inspeção de matéria-prima comprada e a realização de *setups*, entre outras. Não podendo eliminar este tipo de desperdício na sua totalidade, as empresas devem reduzir a sua presença ao máximo, isto é, devem minimizá-lo.

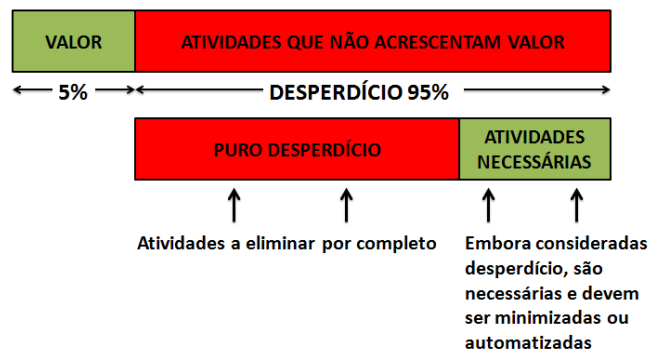


Figura 4: Os tipos de desperdício numa organização (Adaptado de Pinto, 2006).

O *muda* pode ainda ter outra classificação: visível e invisível. Este último existe em grandes quantidades nas organizações, embora seja difícil de combater (Pinto, 2009).

Taiichi Ohno e Shigeo Shingo identificaram sete categorias de desperdício, no decorrer do progresso do TPS (Pinto, 2009). Nas Figuras 5, 6 e 7 pode-se observar as referidas categorias e ainda uma nova categoria que Brunt & Butterworth (1998) introduziram (o não aproveitamento das capacidades do capital humano).

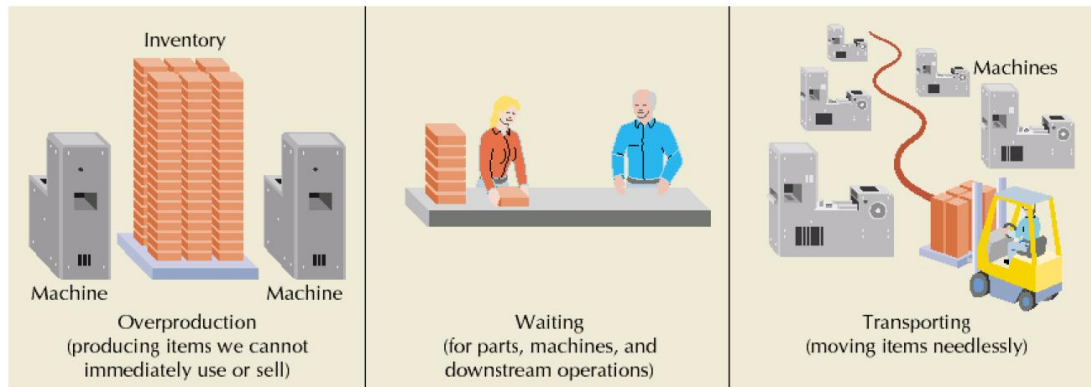


Figura 5: Sobreprodução, tempos de espera e movimentações desnecessárias (Fonte: Russell & Taylor, 2003).

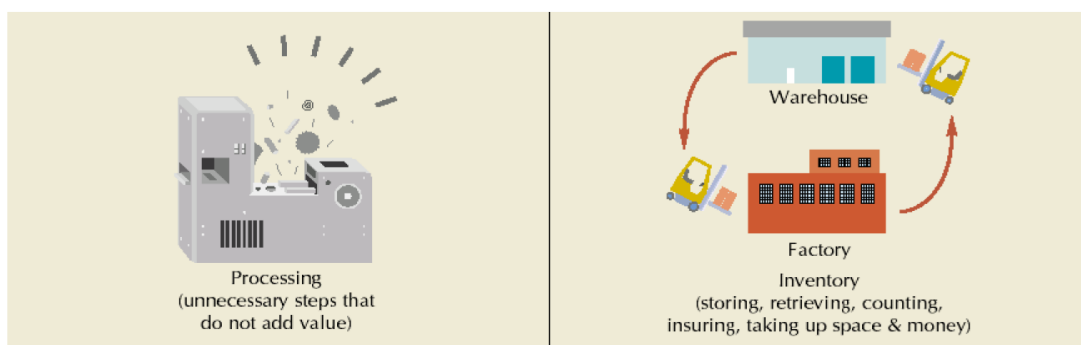


Figura 6: Tarefas desnecessárias e excesso de inventário (Fonte: Russell & Taylor, 2003).

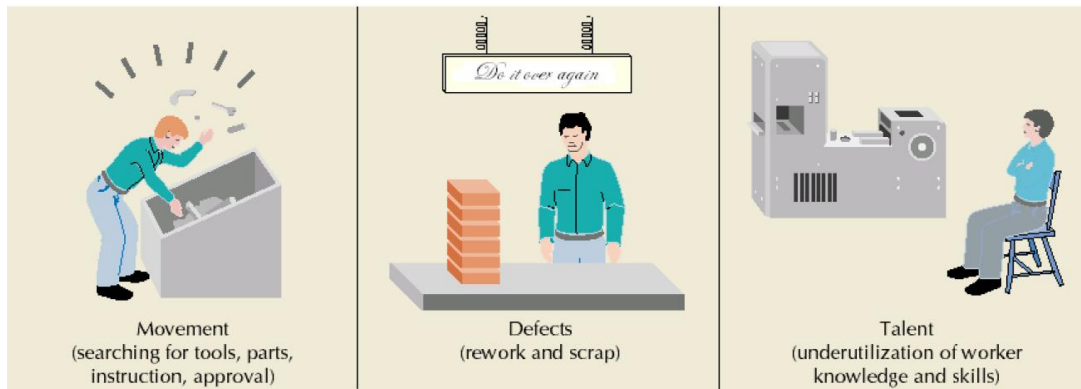


Figura 7: Deslocações desnecessárias, defeitos e não aproveitamento do capital humano (Fonte: Russell & Taylor, 2003).

2.3 MELHORIA CONTÍNUA

O termo *Kaizen* (melhoria contínua) é originário da língua japonesa. Na Figura 8 "*Ka*" significa mudar e "*Zen*" significa melhor, o que resulta que *Kaizen* é uma mudança para melhor (Imai, 1997).



Figura 8: A palavra japonesa "Kaizen" significa melhoria contínua (Fonte: Sharma et al., 2003)

A melhoria contínua garante uma qualidade superior dos produtos e serviços e a implementação de uma cultura de permanente melhoria, devido à insatisfação e constante procura por melhores resultados (Ohno, 1988).

Segundo Pinto (2009) a melhoria continua, em si, comporta três componentes:

- **Incentivar ativamente as pessoas a cometerem erros:** é importante perceber qual o motivo de determinado erro ter acontecido, de modo a evitar que este se repita;
- **Encorajar e recompensar as pessoas pela observação dos problemas e por tentar solucioná-los;**
- **Determinar formas de fazer ainda melhor:** incutir nas pessoas a insatisfação perante o estado atual ("as is"), levando-as a superarem-se constantemente.

Habitualmente, ocorre confusão entre os conceitos *Lean* e *Kaizen*, uma vez que ambos são resultado do TPS. Coimbra (2009) refere que *Kaizen* é o processo e *Lean* é o resultado, isto é, o *Kaizen* envolve as pessoas, envolve definir metas e envolve o *gemba*, de modo a implementar novas ideias. *Lean* é o resultado sob a forma de mais produtividade, mais qualidade, menos *stock* e mais motivação por parte dos funcionários.

No contexto da melhoria contínua, surge o ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), um instrumento constituído por uma série de atividades a realizar para alcançar uma determinada melhoria (Imai, 1997). Possui inúmeras designações, sobretudo no campo da qualidade, tendo sido apelidado de ciclo de Ishikawa, Deming, Juran ou mesmo Shewhart (Meyers & Stewart, 2002).

O objetivo deste ciclo é tornar os processos mais claros e ágeis (Christopher, 2005). Para tal ocorrer, Dennis (2008) refere que quatro principais passos devem ser executados (Figura 9):

- **Plan (Planear):** analisar o que necessita ser melhorado, estabelecendo objetivos e metodologias necessárias para os atingir;
- **Do (Fazer):** implementar as mudanças que tenham sido definidas na etapa anterior;

- **Check (Verificar):** controlar e medir periodicamente os processos e os resultados, confrontando-os com o planeado e realizar relatórios;
- **Act (Atuar):** atuar de acordo com o avaliado e, também, de acordo com os relatórios. Além disto, é essencial criar novos planos de ação para corrigir eventuais falhas e voltar a executar o ciclo PDCA, sempre numa ótica de melhoria contínua.

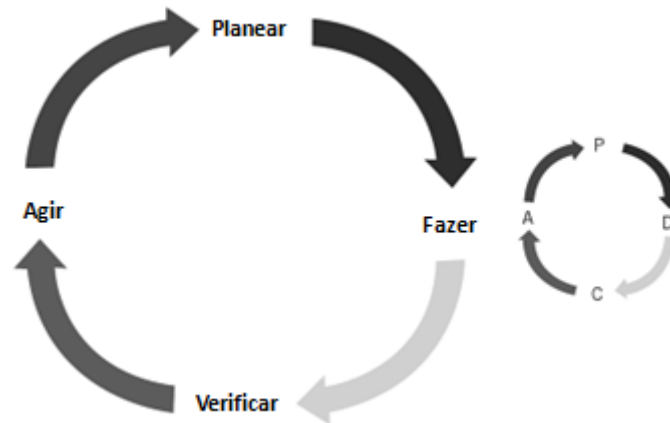


Figura 9: As quatro etapas do ciclo PDCA (Adaptado de Dennis, 2008).

2.4 MÉTODOS LEAN

A utilização de métodos para a implementação e manutenção do pensamento *Lean* permite criar linhas orientadoras que o potencializam. (Suzuki, 2012). Como tal, apresentam-se os principais métodos do pensamento *Lean*, visíveis na Figura 10.

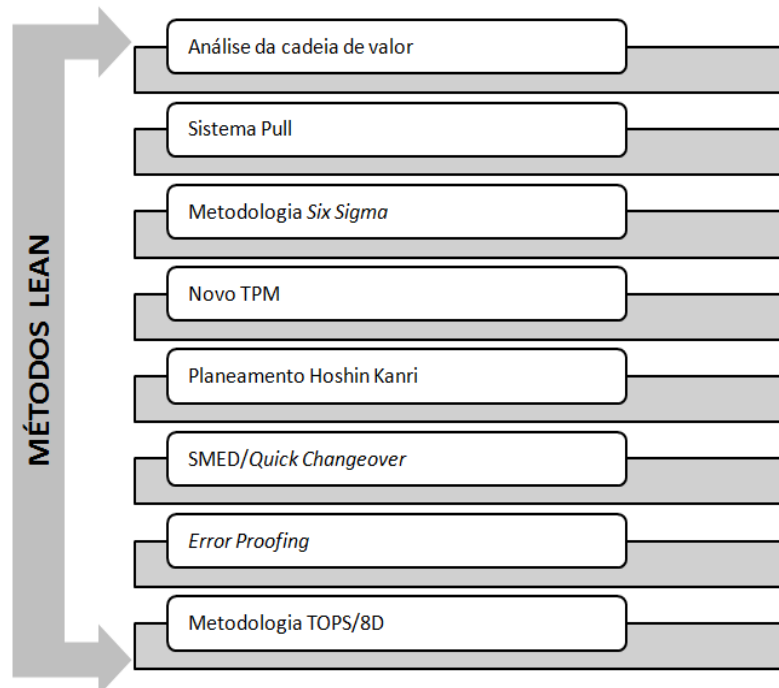


Figura 10: Principais métodos da filosofia *Lean* (Adaptado de Pinto, 2009).

Seguidamente, passa-se a descrever com mais detalhe, os métodos *Lean* passíveis de serem utilizados no projeto aqui apresentado.

2.4.1 VSM

O VSM (*Value Stream Mapping*), em português, Mapeamento do Fluxo de Valor, é uma ferramenta inicialmente desenvolvida na Toyota e posteriormente disseminada no livro de Rother & Shook (1999) "*Learning to see*". O VSM é apontado como um método eficaz para destacar o desperdício na cadeia de valor de um determinado produto (Wilson, 2010). Após a identificação do desperdício, é mais fácil a sua redução ou total eliminação (Nash & Poling, 2011).

É necessário ter em atenção que o VSM é uma ferramenta estática e, por isso, representa uma fotografia do processo produtivo através de uma simbologia própria (Rother & Shook, 1999)

O mapeamento da cadeia de valor encontra-se dividido em três níveis. No topo do mapa, está presente o fluxo de informação; no centro do mapa, encontra-se o fluxo de materiais; na parte de baixo do mapa, estão as distâncias percorridas e a linha temporal. A simbologia utilizada na construção de um VSM encontra-se, também, dividida em três grupos (ver Anexo A) (Nash & Poling, 2011).

Adicionalmente, de acordo com o pensamento de Rother & Shook (1999), na implementação de um VSM existe um conjunto de quatro etapas que devem ser seguidas, sendo a Figura 11 ilustrativa das mesmas.

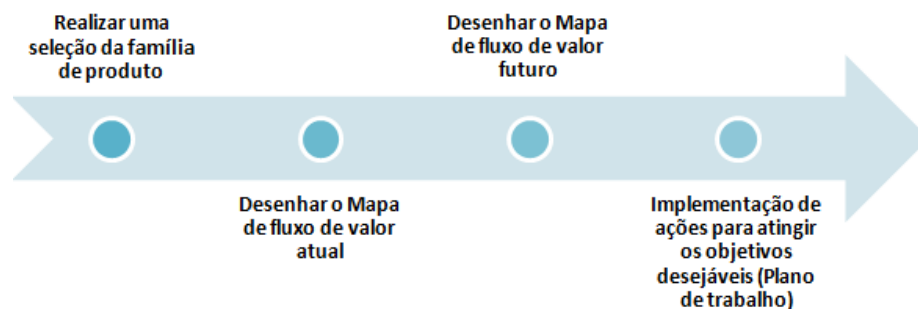


Figura 11: Etapas a seguir na implementação de um VSM (Adaptado de Rother & Shook, 1999).

2.4.2 PULL

No Sistema *Pull*, em português "puxado", um posto de trabalho puxa o *output* do posto precedente conforme seja necessário (Stevenson & Hojati, 2005). A base deste sistema é a filosofia JIT (*Just in time*) (abordada no ponto 2.6.1) que, de uma forma geral, defende que deve ser produzido exclusivamente aquilo que é vendido e não produzir para supostas encomendas ainda não concretizadas (Pinto, 2009).

Associado ao sistema *Pull* encontra-se o sistema *Kanban* (ver ponto 2.6.2). O processo que se encontra a jusante deverá enviar ao processo que se encontra a montante um *kanban* (cartão) com o produto e a quantidade que necessita. A Figura 12 ilustra as principais interações entre postos de trabalhos através do sistema *Kanban* (Pinto, 2009).

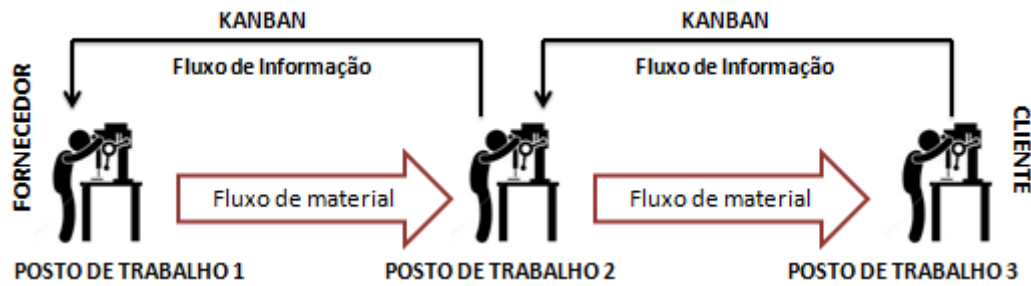


Figura 12: Ilustração do funcionamento do Sistema *Pull* (Adaptado de Pinto, 2009).

2.4.3 TPM

Total Productive Maintenance (TPM, Manutenção Total Produtiva) é uma filosofia que nasceu no Japão durante a fase de expansão da indústria nipônica (Wireman, 2005). Foi desenvolvida para apoiar a produção JIT, em particular na Toyota Motor Corporation (Pinto, 2013). Para os autores Ahuja & Khamba (2008), a TPM tem como meta criar um sistema sólido que possibilite zero avarias (eliminação de paragens, defeitos e perdas de rendimentos), a aplicação da manutenção preventiva, bem como a melhoria dos equipamentos. Pinto (2013) certifica que a TPM combinada com a produção JIT permite atingir níveis de WCM (*World Class Manufacturing*) e, por isso, o “T” da TPM significa que todos são responsáveis pela manutenção das funções dos equipamentos, algo que se traduz em:

- Total envolvimento e comprometimento com o equipamento e instalações;
- Total eficiência do equipamento, medida pela **OEE** (*Overall Equipment Effectiveness*).

2.4.3.1 OEE

"I often say that when you can measure what you are speaking about and express it in numbers, you know something about it; but when you cannot express it in numbers, your knowledge is of a meagre and unsatisfactory kind..." "To measure is to know." "If you cannot measure it, you cannot improve it." Lord Kelvin (1883).

A Eficiência operacional do equipamento (OEE em língua inglesa) é a chave para a medição da TPM (Anvari et al., 2010) e resultou da necessidade de avaliar os esforços de qualidade, disponibilidade e eficiência (Pinto, 2013). O conceito de OEE foi introduzido por Nakajima (1988) e, desde então, tem sido amplamente utilizado nas organizações. De acordo com Tajiri & Goto (1992), a OEE monitoriza a *performance* atual de um equipamento comparativamente à sua capacidade em condições ótimas de funcionamento.

A OEE, tendo em conta a sua origem, está associada à manutenção, mas pode (e deverá) ser aplicada para medir o desempenho global de uma organização. O cálculo da eficiência global do equipamento revela-se de extrema importância. Além disso, e numa perspetiva de LCM (*Lean Centered Maintenance*), a análise às três componentes que compõem a OEE permite eliminar as denominadas sete maiores perdas (ver Tabela 1) (Suzuki, 1994).

Tabela 1: As 7 grandes perdas dos equipamentos (Adaptado de Suzuki, 1994).

Tipo de perda	Descrição
1. Perda por avaria/falha	O equipamento não está disponível para produzir nas condições exigidas, deixando de funcionar total ou parcialmente. É altamente prejudicial para a eficiência do equipamento.
2. Perda por Setup	Provocada por uma paragem associada à mudança de produto ou afinações.
3. Perda devido à ferramenta ou molde	Neste tipo de perdas inclui-se as perdas por deterioração, desajuste ou desaperto das ferramentas, ou pela utilização de ferramentas inadequadas.
4. Perda por pequenas paragens e causas externas	Devido a problemas momentâneos, o equipamento pára ou opera em vazio.
5. Perda por redução de velocidade	Refere-se à diferença entre a velocidade nominal e a real do equipamento.
6. Perda por produto defeituoso e <i>rework</i> (retrabalho)	Causada pelo produto defeituoso ou pelo retrabalho.
7. Perda no <i>start up</i> dos equipamentos	Ocorre quando o processo arranca e necessita de se estabilizar.

No que diz respeito ao cálculo da OEE, segundo Almeanazel (2010) pode obter-se pela multiplicação de três fatores numéricos representativos (Figura 13):

- A **disponibilidade** afetada pelos *downtimes*;
- A **eficiência/desempenho** afetados pela velocidade;
- A **qualidade** afetada pelos defeitos e pelo retrabalho.

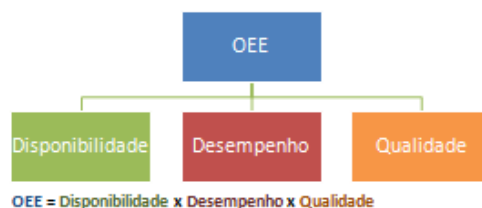


Figura 13: Componentes para o cálculo da OEE (Adaptado de Almeanazel, 2010).

De seguida, de acordo com Afefy (2013), apresentam-se as equações para o cálculo da disponibilidade, do desempenho e da qualidade:

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo disponível para produzir} - \text{Tempo total das paragens}}{\text{Tempo disponível para produzir}} \times 100\%$$

$$\text{Desempenho} = \frac{\text{Quantidade Total produzida}}{\text{Quantidade Total objetivada}} \times 100\%$$

$$\text{Qualidade} = \frac{\text{Quantidade Total processada} - \text{Quantidade Total processada com defeito}}{\text{Quantidade Total processada}} \times 100\%$$

Tratando-se a OEE de uma métrica utilizada para comparar as organizações, esta apresenta valores globalmente aceitáveis para organizações do tipo WCM (Afefy, 2013). Neste sentido, a Tabela 2 apresenta a informação relativa a esses valores.

Tabela 2: Valores da OEE para organizações do tipo WCM (adaptado de Afefy, 2013).

Fatores do OEE	OEE das organizações WCM
Disponibilidade (%)	90.0
Desempenho (%)	95.0
Qualidade (%)	99.9
OEE (%)	85.0

2.5 TÉCNICAS E FERRAMENTAS LEAN

Pinto (2009) menciona que as principais técnicas e/ou ferramentas para aplicação do pensamento *Lean* são as presentes na Figura 14.



Figura 14: Principais técnicas/ferramentas *Lean* (adaptado de Pinto, 2009).

Procede-se, de seguida, a uma descrição mais detalhada das técnicas/ferramentas *Lean* que são passíveis de ser empregues no projeto.

2.5.1 5S

"Uma fábrica limpa e arrumada tem uma produtividade maior, produz menos defeitos, cumpre com mais facilidade os prazos e é mais segura" (Hirano, 1996).

A metodologia 5S é vulgarmente utilizada para criar e incutir um ambiente de qualidade numa organização (Ho et al., 1995). Afirma-se como uma ferramenta de trabalho, em que é possível executar um planeamento sistemático de classificação, ordem e limpeza, assegurando uma maior motivação por parte dos trabalhadores, bem como um aumento na produtividade e na segurança da empresa (Peterson et al., 1998).

O conceito 5S é proveniente de 5 palavras japonesas: *Seiri*, *Seiton*, *Seison*, *Seiketsu* e *Shitsuke*, cujos significados são, respetivamente, eliminar, organizar, limpar, normalizar e autodisciplinar (Monden, 1983).

O sistema 5S é, portanto, um conjunto de 5 etapas (Tabela 3) que, quando devidamente implementadas, criam uma fábrica que permite uma avaliação visual rápida do seu *status quo*. Num ápice, gestores e supervisores conseguem identificar se um determinado objeto se encontra fora do seu lugar, se o WIP (*Work in progress*) não se encontra onde devia e, ainda que produção ficou para trás (Chapman, 2005).

Tabela 3: Etapas para a implementação da Metodologia 5S (adaptado de Chapman, 2005).

Etapas para a implementação dos 5S	Descrição
Classificar / Eliminar	Separar os itens necessários dos desnecessários
Organizar	Colocar os itens nos locais próprios e arrumar
Limpar	Limpar o local de trabalho
Normalizar	Padronizar os primeiros 3S
Autodisciplinar	Tornar os 5S uma tarefa diária e cumprir o estabelecido

A metodologia 5S pode ser empregue em ambientes distintos dos industriais, tais como casas, associações e outros locais de trabalho (Monden, 1983).

Aliado a esta metodologia encontra-se a Gestão Visual, um processo para apoiar o aumento da eficiência e eficácia das operações tornando as coisas visíveis, lógicas e, acima de tudo, mais intuitivas. Muitas empresas recorrem à Gestão Visual para tornar os processos mais simples, menos dependentes de sistemas informáticos e procedimentos formais. (Pinto, 2009).

2.5.2 DIAGRAMA CAUSA-EFEITO

Também apelidado de diagrama de Ishikawa (em homenagem ao seu criador, Kaoru Ishikawa, 1915-1989), é presumivelmente uma das mais poderosas ferramentas de melhoria contínua. Trata-se de uma ferramenta de análise, regularmente usada em processos de *brainstorming* para resolução de problemas. Através da análise fornecida pelo diagrama de

Ishikawa, é possível examinar as possíveis causas de um efeito (por exemplo, um problema, um defeito, um acidente ou uma forma de desperdício). Cada uma das causas é posteriormente repartida em causas específicas (causas secundárias) (Pinto, 2013).

2.6 O LEAN NA LOGÍSTICA

2.6.1 JIT

O termo “*just in time*” é utilizado para se referir a um sistema de operações altamente coordenado, onde os materiais são movimentados ao longo do sistema e determinados serviços são realizados num tempo preciso, de modo a que estes sejam entregues em cada passo do processo assim que sejam necessários (Stevenson & Hojati, 2005). Para que este sistema opere favoravelmente, utiliza-se frequentemente o sistema *Kanban* (Pinto, 2009).

2.6.2 KANBAN

A palavra *kanban*, derivada do japonês, refere-se a um tipo de cartão que é utilizado para sinalizar ao posto de trabalho anterior que uma determinada quantidade de material pode ser libertada (Christopher, 2005).

O sistema *Kanban* determina as quantidades de produção em cada processo, sendo por isso apelidado de "sistema nervoso" da produção *Lean*. O benefício imediato do sistema é a redução de um dos grandes desperdícios: a sobreprodução (Team, 2002).

Um *kanban* apresenta diversas informações, tais como o material requerido, a quantidade, a identificação da secção requisitante e da fornecedora e ainda a quantidade de cartões do mesmo tipo de referência que se encontra em circulação (Coimbra, 2009). Além disto, Coimbra (2009) refere que para criar um *kanban* é necessário ter conhecimento dos consumos por referência, do *stock* de segurança (SS) e do tempo de reabastecimento (TR) de modo a definir o nível de reabastecimento (NR).

$$NR = Consumo \times TR + SS$$

Existem dois tipos de *Kanban*, que dão origem a quatro formas de *kanban* (Figura 15).

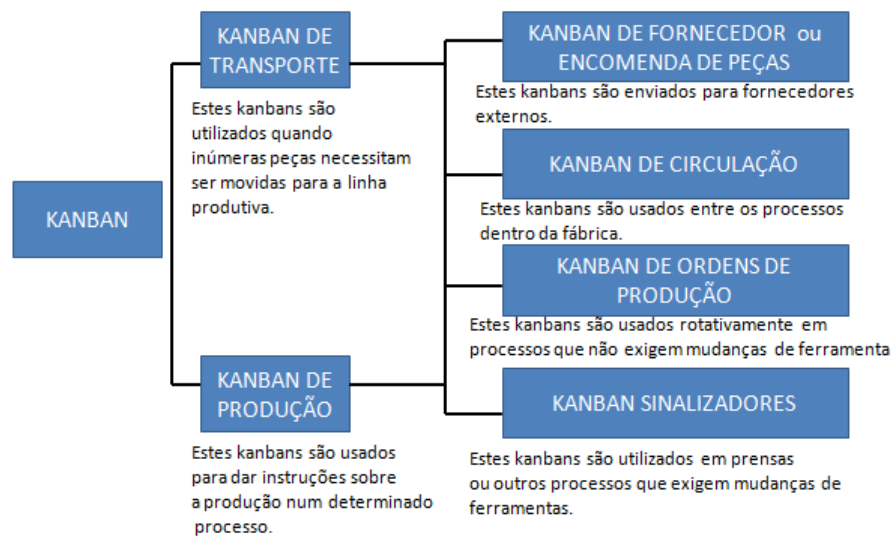


Figura 15: Esquema ilustrativo dos vários tipos de *Kanbans* existentes (Adaptado de Team, 2002)

2.6.3 COMBOIO LOGÍSTICO

O comboio logístico, igualmente conhecido como "*mizusumashi*" ou "*milk run*", é um meio de transporte usado para abastecer as áreas de produção (Pinto, 2009).

Os materiais que são transportados pelo "Mizu" são destinados ao bordo de linha¹, com o intuito de abastecer as áreas de trabalho a intervalos de tempo regulares adotando, habitualmente, a mesma rota.

Coimbra (2009) refere que o comboio logístico permite a criação de fluxo na logística interna de uma empresa. Brar & Saini (2011) acrescentam que, atualmente, devido à capacidade que o comboio logístico tem em criar fluxo, este está a converter-se num sistema padrão no auxílio à produção JIT. Ichikawa (2009) refere que o sistema *Kanban* está associado ao comboio logístico, sendo ambos aplicados conjuntamente.

O *Milk run* pode funcionar de duas formas: segundo uma lista de prioridades ou num circuito fixo (Pinto, 2009).

Se funcionar de acordo com uma lista de prioridades, o "operador logístico" verifica qual é a próxima tarefa pendente e executa-a, isto é, não existe uma sequência de operações. No caso de estarem duas ou mais tarefas pendentes, este deverá realizar aquela que é mais necessária e urgente. Este tipo de funcionamento pode parecer trivial, mas pode suscitar um pouco de confusão ao condutor do comboio logístico e levar a um desperdício em termos de

¹Bordo de linha - É o local, junto ao posto de trabalho, onde o operador retira o material para realizar as suas operações. 21

movimentações. No que diz respeito ao segundo método de funcionamento, o *mizusumashi* limita-se a passar por diversos *checkpoints* num circuito pré-definido que, no caso de ser bastante extenso, pode ser dividido em dois menores (Nomura & Takakuwa, 2006).

Em ambos os modos de funcionamento, o comboio logístico deverá assegurar que o material disponível no bordo de linha é suficiente para cobrir as necessidades da produção até que o(s) contentor(es) retirado(s) seja(m) repostado(s) (Nomura & Takakuwa, 2006).

Comparativamente aos métodos de abastecimento mais tradicionais tais como *stackers* ou empilhadores, Pinto (2009) refere que o comboio logístico possui vantagens enormes (Tabela 4).

Tabela 4: Argumentos favoráveis à aplicação de um *Mizusumashi* (Adaptado de Pinto, 2009).

Argumentos favoráveis à aplicação do Mizusumashi	Argumentos contra os métodos tradicionais (empilhadores, porta-paletes, entre outros)
<ul style="list-style-type: none"> • Somente os materiais estritamente necessários são entregues; • As ruturas são evitadas através de um abastecimento normalizado e planeado; • As falhas no fornecimento de materiais são detetadas atempadamente e corrigidas; • Há apenas um interveniente no manuseamento de materiais; • Entregas frequentes consoante as necessidades; • Entrega de diferentes materiais e componentes (em pequenas quantidades); • Mais <i>green</i> (são movidos a energia elétrica e silenciosamente). 	<ul style="list-style-type: none"> • Devido ao uso de paletes são transportadas frequentemente grandes quantidades; • Frequentes paragens por falta de material; • Materiais tendem a danificar-se com os “dentes” dos empilhadores; • Entregas diárias e planeadas para otimizar o uso do meio de transporte; • Frequentemente o empilhador (ou outro meio tradicional) desloca-se vazio; • Em locais fechados existem empilhadores movidos a combustíveis fósseis (poluidores e ruidosos).

3 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

3.1 O GRUPO BI-SILQUE SGPS, S.A.

Desde 2008, a empresa Bi-Silque S.A. foi estabelecida como a empresa mãe do grupo, dando origem à Bi-Silque SGPS, S.A.. Este grupo é constituído, atualmente, por sete empresas (Figura 16).

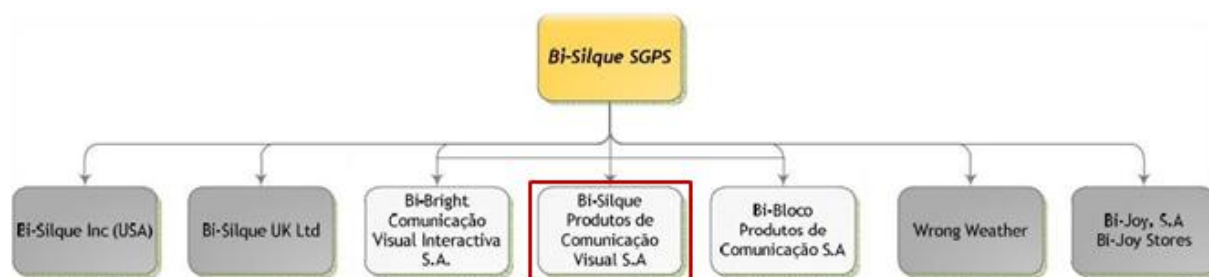


Figura 16: Empresas pertencentes ao grupo Bi-Silque SGPS, S.A. (Fonte: Sistema documental da Bi-Silque, 2014).

A Bi-Silque - Produtos de Comunicação Visual S.A., tem como finalidade criar artigos de comunicação visual como quadros com perfis em alumínio e/ou madeira. A Bi-Bright representa a parte mais inovadora e tecnológica do grupo, uma vez que é responsável pela produção de quadros de comunicação visual em que existe interação com o utilizador (quadros interativos). A Bi-bloco é uma empresa responsável pela produção de produtos como blocos de papel para o setor de negócios. A Wrong Weather é uma loja de moda e *lifestyle* para homem. A Bi-Silque Inc (USA) é responsável pela distribuição e comercialização dos artigos do grupo nos Estados Unidos da América. A Bi-Silque Uk Ltd executa as mesmas funções que a empresa anterior, porém no Reino Unido. Por fim, a Bi-Joy dedica-se à distribuição de produtos representados em Portugal, como é o caso da tão conhecida marca Hello Kitty®.

De seguida, apresenta-se com maior detalhe a empresa Bi-Silque S.A., empresa onde este projeto foi desenvolvido.

3.2 A EMPRESA BI-SILQUE S.A.

A Bi-Silque - Produtos de Comunicação Visual S.A. foi fundada em 1979 na cidade de Esmoriz (Figura 17). Virgílio Vasconcelos e Aida Vasconcelos são os fundadores desta empresa, que iniciou as suas atividades numa garagem, tendo como finalidade a produção e comercialização de produtos de cortiça para casa e para escritório.

Numa vontade ambiciosa de conquistar o mercado externo, a Bi-Silque S.A. registou um crescimento rápido, devido a uma estratégia focada na diversificação da sua oferta e na consciencialização em relação às necessidades dos seus clientes. O suporte desta estratégia foi a sua elevada capacidade de produção, fruto das grandes instalações que detém (Figura 17).



Figura 17: Instalações atuais da sede do grupo Bi-Silque SGPS, S.A (fonte: Sistema documental Bi-Silque, 2012).

Nos dias de hoje, é uma das principais empresas mundiais no setor de produção e comercialização de artigos de comunicação visual, tendo já sido distinguida com diversos prémios e visitas de importantes executivos. A Tabela 5 apresenta alguns dados relativos à atualidade da empresa e do grupo.

Tabela 5: Dados relativos ao grupo Bi-Silque SGPS, S.A. (fonte: Sistema documental da Bi-Silque).

Rubrica	Valores
Capital Social	2 500 000, 00€
Número médio de colaboradores	525 pessoas
Capacidade de produção	45 000 quadros/dia 15 000 blocos de papel/dia
Volume de negócios	54 000 000, 00 € (em 2012)
Área coberta em Portugal	36 000 m ²

Esta organização possui um número elevado de clientes, encontrando-se os principais visíveis na Figura 18.



Figura 18: Principais parceiros de negócio da Bi-Silque S.A..

3.2.1 ESTRUTURA INTERNA DA EMPRESA

A Bi-Silque - produtos de comunicação visual S.A. ostenta uma estrutura organizacional funcional. Possui 5 departamentos que têm em conta as principais atividades desenvolvidas dentro da organização. Dentro de cada departamento, existe um responsável, que garante o intercâmbio de informação entre a direção da empresa e esse departamento. Na Figura 19, é possível verificar a organização interna da empresa.

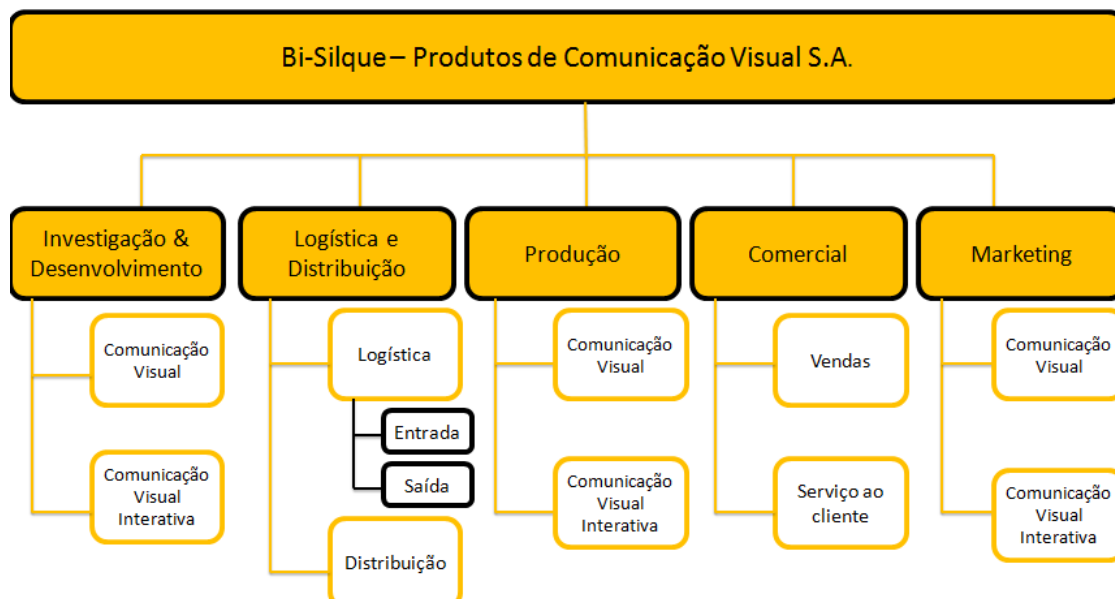


Figura 19: Organograma da Bi-Silque S.A. (adaptado de Sistema Documental da Bi-Silque, 2012).

O departamento de produção da Bi-Silque, dentro da sua gama de produtos de comunicação visual, é ainda dividido em dois principais setores:

- O setor **Bi-casa**: dedicado à produção de artigos para casa e aplicações domésticas;
- O setor **Bi-office**: dedicado à produção de artigos para escritórios e aplicações profissionais.

Embora os setores supracitados estejam fisicamente divididos, estes encontram-se a trabalhar em conjunto para garantir uma maior oferta de produtos e menores custos.

3.2.2 PRINCIPAIS PRODUTOS E MARCAS

Como já referido, a Bi-Silque S.A. é especialista em produtos de comunicação visual, na sua maioria, quadros. Estes quadros são constituídos por perfis (estrutura em volta do quadro, também denominada caixilho) e por planos (estrutura útil interior dos quadros).

Como principais produtos no seu catálogo, estes dividem-se entre os que são pensados para o uso doméstico (setor Bi-casa) e os que são pensados para escritórios ou salas de aulas (setor Bi-office).

O setor Bi-casa apresenta como principais produtos calendários, porta-fotos, quadros magnéticos, relógios de parede, quadros de cortiça, quadros de tecido, cavaletes e *whiteboards*, entre outros (Figura 20).

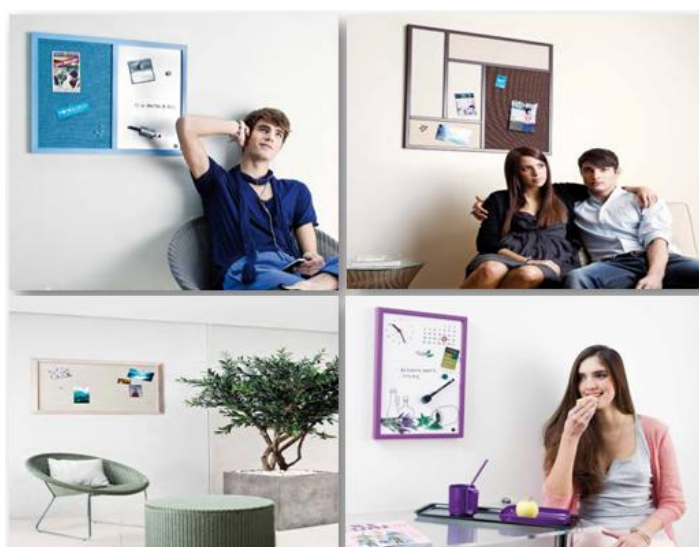


Figura 20: Artigos do setor Bi-casa (fonte: catálogo de produtos Bi-Silque, 2012).

O setor Bi-office produz uma grande variedade de produtos, dos quais se destacam os quadros brancos (magnéticos ou não), os quadros de informação, os quadros de planeamento, as vitrines e os *easels*, entre outros (Figura 21).



Figura 21: Artigos do setor Bi-office (fonte: catálogo de produtos Bi-Silque, 2012).

As principais marcas associadas aos produtos referidos são a Bi-casa, Bi-office, Master Vision, Noticeboards, Weekplanner e a Bi-bright.

3.3 O SETOR BI-CASA

Este setor é composto por diversas secções que, apesar de operarem de forma independente, estão interligadas entre si num fluxo produtivo com uma determinada sequência lógica (Figura 22). O setor Bi-casa opera 8 (oito) horas/dia num único turno que se inicia às 8h00m e termina às 17h10m, de segunda à sexta-feira.

As principais matérias-primas utilizadas nas secções do setor Bi-casa são:

- Pinho e MDF para criar os caixilhos dos quadros (processa esporadicamente faia para empresas terceiras);
- *Softboard*, chapa lacada (magnético), chapa branca, cartão com cortiça (fino e/ou normal), tecido, prata e PVC para criar os planos dos quadros.

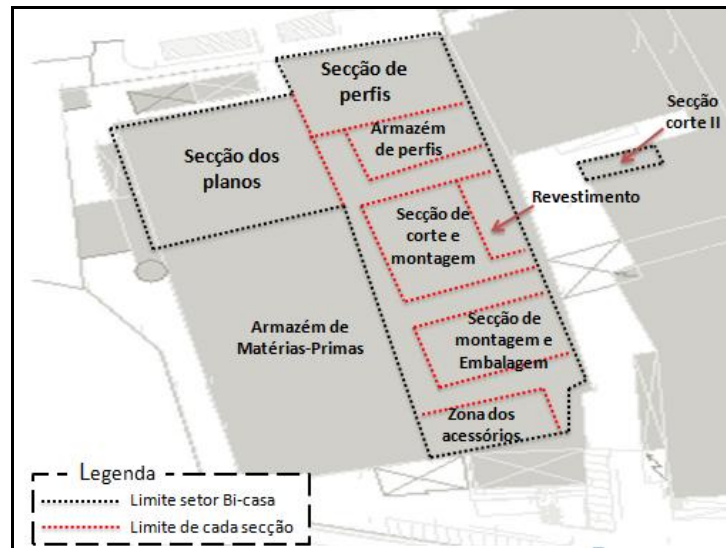


Figura 22: Layout do setor Bi-casa.

De seguida descreve-se a função que cada secção presente na Figura 22 detém no ciclo produtivo do setor Bi-casa.

- **Secção dos planos:** Nesta secção, são cortados e colados todos os planos de toda a unidade fabril (setores Bi-casa e Bi-office). Posteriormente são armazenados no armazém de Matéria-prima até que sejam requeridos.
- **Secção de perfis:** Aqui são cortados e moldados os perfis de pinho e MDF. Após moldados são armazenados em grades.
- **Armazém de perfis:** Os perfis de MDF e Pinho são, maioritariamente, aqui armazenados. Os restantes são armazenados em outros pontos do setor, devido à falta de espaço e excesso de *stock*.
- **Secção de corte e montagem:** Esta secção é responsável pelo corte de perfis nas dimensões requeridas, de modo a criar o caixilho dos quadros. É também nesta secção que se montam os quadros em máquinas automáticas ou manuais.
- **Secção de corte II:** O corte de pontas (material para aproveitamento) é aqui efetuado, bem como o corte de tecidos para agregar os planos.
- **Revestimento:** A secção de revestimento procede ao forrar do MDF (unicamente) com papel ou fita de diversas cores.

- **Secção de montagem e embalagem:** Os quadros com maior produção são aqui montados e, posteriormente embalados. Esta secção embala também os restantes quadros que são montados nas outras secções;
- **Zona de acessórios:** Os quadros da Bi-Silque possuem inúmeros acessórios, sendo esta secção responsável pela gestão e produção dos mesmos.

Nos próximos pontos, efetua-se uma explicação mais detalhada das secções que foram alvo de estudo ou interferiam de algum modo no projeto realizado.

3.3.1 SECÇÃO DOS PLANOS

A secção de planos, apresentada na Figura 23, localiza-se no setor Bi-casa, contudo produz planos para toda a unidade fabril. Estes planos, como já foi mencionado, podem ser produzidos através de diversas matérias-primas e são utilizados em quase todos os artigos da Bi-Silque, o que lhes confere uma elevada procura. Consequentemente, esta secção é considerada de extrema importância para a organização, uma vez que influencia o ciclo produtivo de toda a nave industrial.

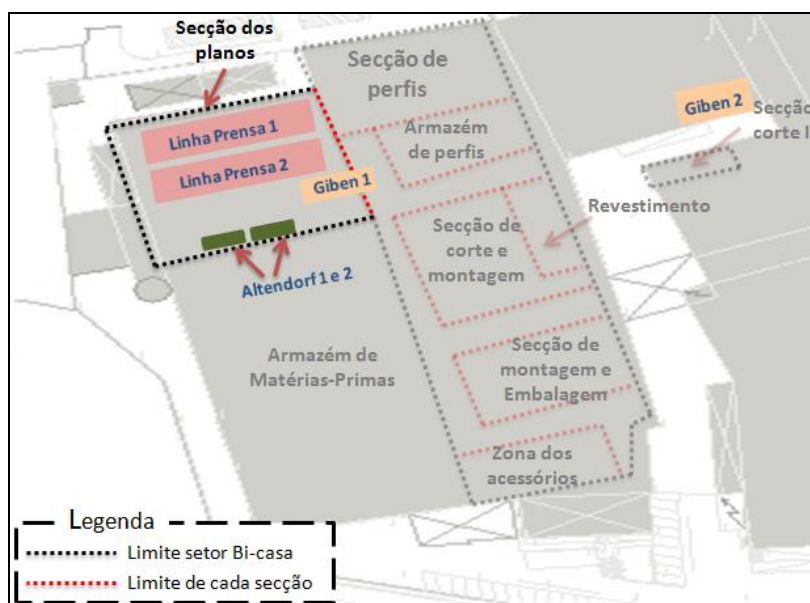


Figura 23: Layout da secção dos planos.

Os principais equipamentos alocados a esta secção são as prensas (para colar e cortar planos), as máquinas Altendorf (para cortar planos e outros materiais), a Giben 1 e a Giben 2 (para cortar planos e outros materiais), apesar de este último equipamento se encontrar num pavilhão em frente à secção de corte II (ver Figura 23).

O fluxo produtivo desta secção é bastante simples, ainda que algo demorado. Tendo como exemplo a cortiça, a matéria-prima com maior consumo, quando esta chega à zona das prensas sofre uma operação de colagem, dependendo do tipo de plano que se pretende. Posteriormente, é armazenada durante 24 horas, garantindo uma elevada qualidade da colagem. Após este período, é cortada na prensa nas dimensões adequadas. Deste modo, o plano encontra-se finalizado e é encaminhado em paletes para as secções posteriores. O transporte dos planos é assegurado por empilhadores, embora exista um comboio logístico que deveria estar a efetuar esta operação. Nesta secção identifica-se o transporte como o desperdício mais evidente.

3.3.2 SETOR DE MADEIRAS

O setor de Madeiras é parte integrante do Setor Bi-casa e surgiu da agrupação, em termos gestionários, da secção de perfis, do armazém de perfis, da secção de corte e montagem, do revestimento e, ainda, da secção de corte II. A Figura 24 ilustra o referido setor.

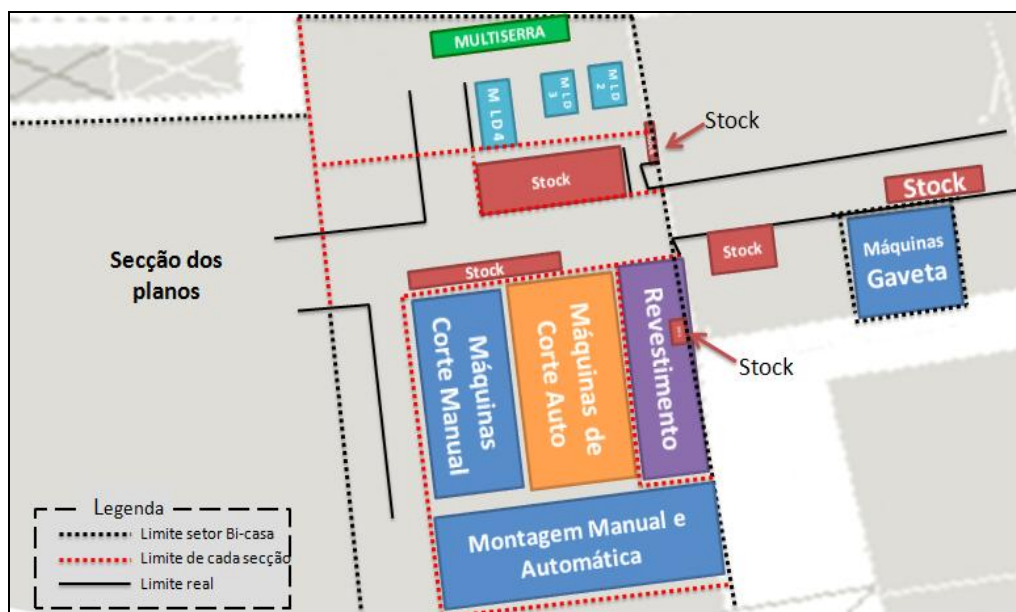


Figura 24: Layout do setor de madeiras.

A principal função deste setor é a produção de quadros com perfil de pinho ou MDF. O fluxo produtivo inicia-se na secção de perfis, onde os perfis são cortados e moldados em diferentes aros, isto é, com diferentes ornamentos e diferentes contornos, de forma a encaixar os diferentes planos.

Após os perfis estarem moldados, estes são armazenados no armazém de perfis em grades ou podem abastecer diretamente as secções. Nas diferentes secções de corte, os perfis de MDF e pinho, que possuem em média 2,70 m de comprimento, são cortados nas dimensões requeridas. Concluído o processo de corte, os perfis são encaminhados para as secções de montagem, onde se "encontram" com os planos, de modo a criarem-se diferentes quadros.

Nas páginas seguintes, efetua-se uma descrição com maior detalhe de cada secção deste setor, evidenciando os aspetos mais relevantes para o projeto desenvolvido.

Secção de perfis (ou secção corte de perfis)

A referida secção corta e molda pinho e MDF, de forma a criar perfis (faia é também cortada e moldada, embora seja uma atividade de subcontratação). O pinho é fornecido em tábuas e o MDF em placas. Após a sua chegada às instalações fabris, estas MP sofrem um processo de transformação, passando por vários equipamentos e operadores (Figura 25).

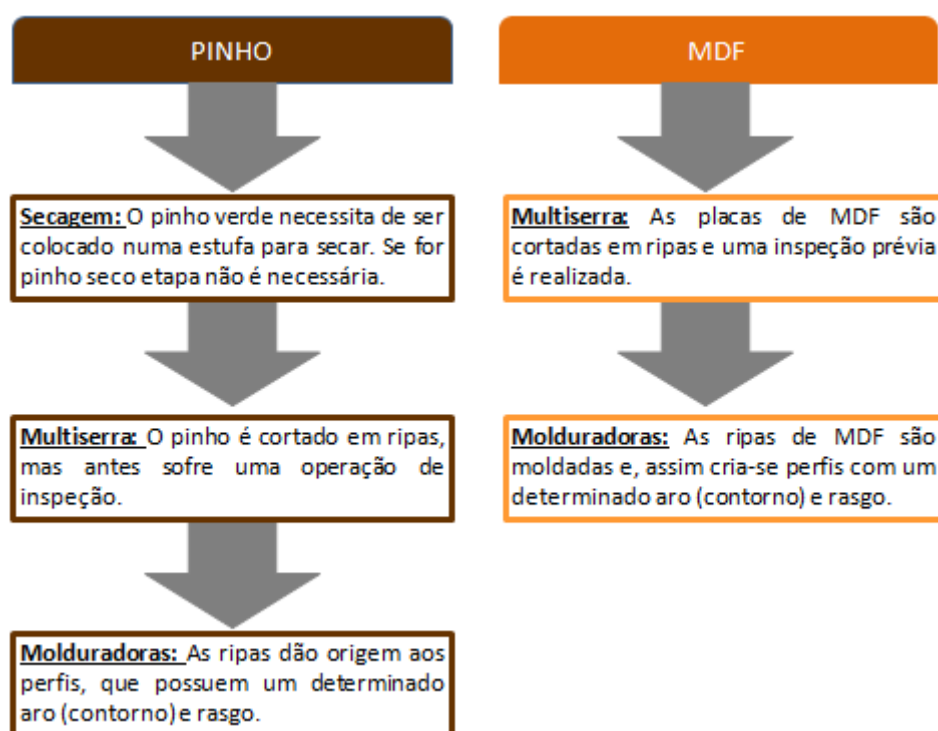


Figura 25: Processo de transformação do pinho e do MDF.

É importante frisar que no caso do pinho, quando este passa pela Multiserra, uma tábua origina três ripas de pinho. Frequentemente, uma dessas ripas de pinho apresenta medidas que superam a tolerância máxima de qualidade que a empresa exige nos seus produtos. Neste caso, estas ripas são colocadas nuns carros especiais para serem cortadas nas

Molduradoras como "pontas", à qual se juntam as ripas que apresentam outros defeitos de qualidade como nós ou furos. As pontas, após serem moldadas, são encaminhadas para o setor de corte II que efetua o correto aproveitamento das mesmas.

A Multiserra opera com 2 trabalhadores, um deles carrega a máquina e efetua a inspeção e o outro descarrega a máquina e separa o material conforme do material não conforme. No caso das três Molduradoras (MLD 2, MLD3, MLD 4), estas possuem um trabalhador afeto a cada uma.

Armazém de perfis

O armazém de perfis é um armazém intermédio que se situa entre a secção de perfis e a secção de corte e montagem, sendo constituído por grades que armazenam perfis de MDF e perfis de pinho.



Figura 26: Armazém de perfis de Pinho e MDF.

Este armazém permite abastecer a secção de corte II, a secção de corte e montagem, com MDF e pinho e a secção de revestimento, com MDF.

Este armazém possui em circulação 62 grades de perfis, sendo a sua capacidade de 40 grandes. Por isso, as restantes grades encontram-se armazenadas em diversos pontos do setor, como é possível verificar pela Figura 24 (referenciadas como "stock").

As grades possuem uma "ficha de identificação" de papel tipo A4, preenchidas manualmente, com a identificação de cada grade. As grades destinadas às pontas encontram-se pintadas de vermelho, simbolizando que se trata de material para aproveitamento que necessita de ser altamente inspecionado.

O transporte e movimentação das grades são realizados com auxílio a empilhadores e *stackers*, existindo um elevado desperdício de transporte e movimentações, já que se trata de um armazém pouco funcional. Um outro desperdício presente neste armazém é claramente o excesso de inventário, fruto do excesso de produção. Existe material que se encontra armazenado durante meses, já que foi produzido com elevada antecedência.

Revestimento

A secção de revestimento é responsável pelo revestir de todo o MDF no setor Bi-casa. Nesta secção, o MDF é revestido com fita, papel e outros materiais de variadas cores.

Os perfis revestidos são armazenados em carros de mão e em grades junto à secção, pelo que existe elevadas movimentações entre esta secção e o armazém de perfis.

O processo produtivo desta secção é simples. Semanalmente, à semelhança das outras secções, o engenheiro responsável pelo setor Bi-casa distribui as ordens de produção e o operador desta secção executa-as por uma determinada ordem. Para executar a ordem de produção, o operador transporta a grade de MDF até à máquina de revestir, onde esta é carregada com perfis e com o material que vai servir de revestimento. De seguida, o perfil revestido é encaminhado para uma máquina de corte presente na secção, dando origem aos perfis de MDF revestidos nas dimensões desejadas.

Secção de corte e Montagem

A secção de corte e montagem, como o próprio nome indica, é composta pela área de corte de perfil e pela área de montagem de perfil (Figura 27).

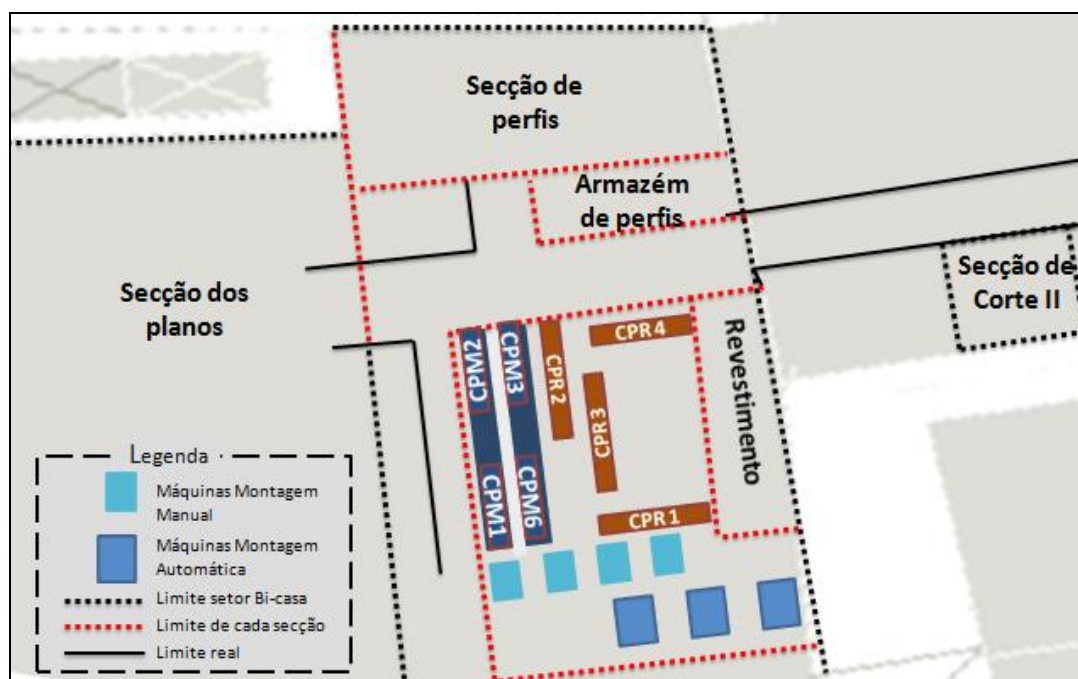


Figura 27: Layout da secção de corte e montagem.

A área de corte é composta por equipamentos de corte manual e equipamentos de corte automático que, são utilizados, na maioria dos casos, para cortar pinho. Estes equipamentos permitem obter perfis de todas as dimensões, sendo as medidas mais produzidas as de 30 cm, 40 cm, 45 cm, 60 cm e 90 cm (Tabela 6).

Tabela 6: Equipamentos presentes na secção de corte e montagem.

Equipamento	Secção	Tipo	MP "aceite"	Produt	Nrº operadores
CPM 1	Corte	Manual	MDF MDF revestido Pinho	Qualquer dimensão	1
CPM 2	Corte	Manual	Pinho	Qualquer dimensão	1
CPM 3	Corte	Manual	Pinho	Qualquer dimensão	1
CPM 6	Corte	Manual	Pinho	Qualquer dimensão	1
CPR 1	Corte	Automática	MDF MDF revestido	Qualquer dimensão	1
CPR 2	Corte	Automática	Pinho	Qualquer dimensão	1
CPR 3	Corte	Automática	MDF MDF revestido	Qualquer dimensão	1
CPR 4	Corte	Automática	Pinho	Qualquer dimensão	1

É de frisar que o equipamento CPR4, também denominado "máquina de quatro paus", permite cortar quatro perfis de pinho ao mesmo tempo, o que relativamente às restantes máquinas automáticas se traduz numa grande diferença em termos de *output*.

À semelhança da secção de corte, também a secção de montagem compreende duas áreas: a montagem manual e a montagem automática. Relativamente à montagem manual esta é formada por quatro postos de trabalho que incluem mesas de apoio e agrafadores, entre outros. No que diz respeito à montagem automática, esta secção encontra-se equipada com três máquinas com o sistema cola automática, garantindo uma maior velocidade de produção.

Em ambas as secções (corte e montagem) existem pontos de controlo de qualidade que garantem que o material não conforme é retirado do processo produtivo antes de chegar ao cliente. Estes pontos de controlo localizam-se no início e no final de cada operação.

Secção de Corte II

Esta secção é responsável pelo corte de pontas (aproveitamento), embora também corte com alguma regularidade perfis de pinho de rasgo 9. Os equipamentos que efetuam este corte são o CPM10 e o CPM11, como é perceptível na Figura 28.

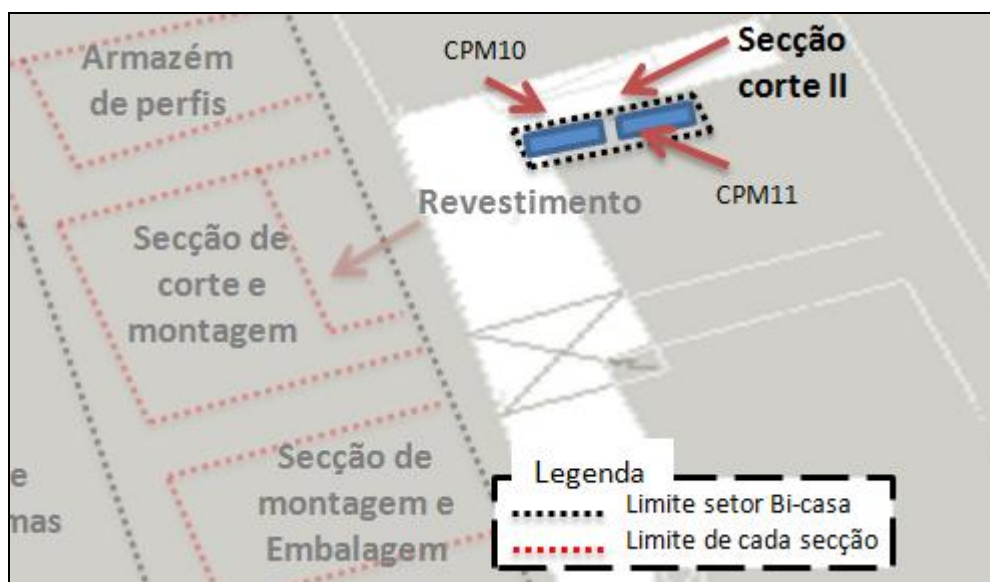


Figura 28: Layout da secção de corte II.

Estes equipamentos não são flexíveis quanto às dimensões requeridas, isto é, produzem perfis com as mesmas medidas em todas as iterações. Concretamente, a CPM10 só produz

perfis de 60 e 40 cm e, no caso da CPM11 só há produção de perfis de 90 e 40 cm. Porém, apesar desta desvantagem, estes são equipamentos que produzem elevadas quantidades de perfis em cada iteração, já que processam 44 perfis de pinho só de uma vez.

De notar que, nesta secção trabalham quatro operadores, dois afetos a cada máquina.

Ao longo de todo o processo produtivo, existem inspeções ao material antes de ser processado e depois de ser processado, sendo efetuada uma triagem de material em ambos os pontos.

3.3.3 SECÇÃO DE MONTAGEM E EMBALAGEM

A secção de montagem e embalagem é composta por três linhas produtivas que bifurcam em duas saídas (Figura 29).

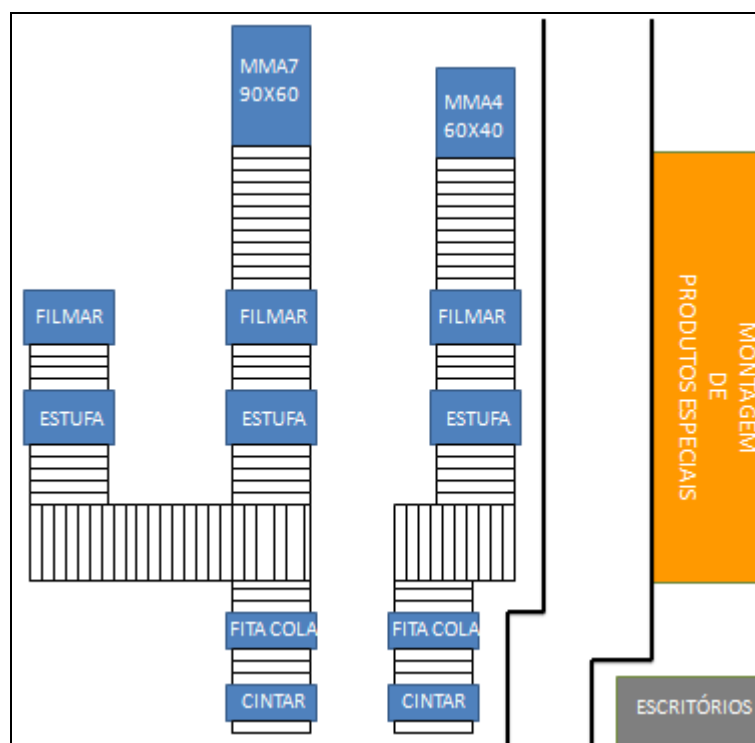


Figura 29: Layout da secção de montagem e embalagem.

Esta secção foi anteriormente "otimizada", pelo que possui dois equipamentos (MMA7 e MMA4) que se encontram diretamente ligados à embalagem, dando origem às designadas linhas-piloto. Estas duas linhas só consentem o processamento de memos com determinadas dimensões. No caso da linha que contém a MMA7, esta só admite memos de dimensões 90x60 cm e no caso da MMA4, só existe o processamento de memos 60x40cm.

A linha que só efetua operações de embalagem permite processar os memos com as restantes dimensões, todavia não permite montá-los, sendo esta operação efetuada nas máquinas de montagem da secção de corte e montagem.

Os memos antes de seguirem para o cliente são filmados e atravessam uma estufa para a película de filmar se adaptar ao memo. Posteriormente, são embalados por lotes, sendo necessário colar fita-cola nas embalagens e cintá-las. Por fim, é efetuado o *picking*² pelo encarregado, de modo a que estas possam ser expedidas.

Nesta secção, existe ainda uma zona denominada montagem de produtos especiais que efetua a montagem e embalagem de produtos para encomendas especiais como cavaletes.

3.4 O ABASTECIMENTO DE MATERIAL ÀS LINHAS

No setor Bi-casa o abastecimento de materiais e componentes às linhas produtivas efetua-se com recurso a quatro tipos de transportadores: porta-paletes, *stackers*, empilhadores e dois comboios logísticos.

Os *stackers* e os porta-paletes asseguram o transporte de material dentro das secções e entre secções adjacentes. Por outro lado, operam como plataformas elevatórias que permitem o abastecimento direto às máquinas, auxiliando os operadores. No que respeita aos empilhadores, estes são empregues para movimentar material entre secções não adjacentes, sendo, frequentemente, material de elevadas dimensões e com um peso bruto elevado.

Os dois comboios logísticos existentes circulam por toda a nave industrial e são solicitados para o transporte de materiais distintos. Um dos comboios, o comboio logístico dos acessórios, é utilizado para abastecer os supermercados de acessórios. Já o segundo comboio logístico executa o transporte de material da secção de planos e do armazém de matéria-prima para os diversos setores que assim o necessitem (Figura 30).

²*Picking* - Processo de recolha de material do armazém com o objetivo de satisfazer a procura da produção e dos clientes.

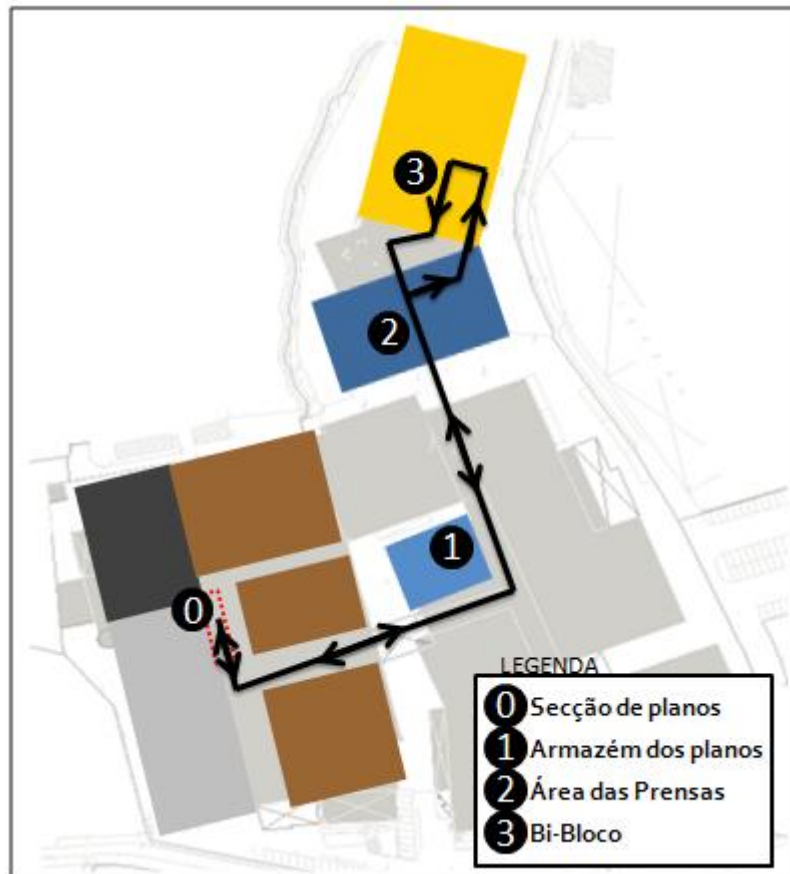


Figura 30: Percurso efetuado pelo comboio logístico de planos.

O *mizusumashi* dos planos encontra-se a operar num circuito fixo que passa por 3 *checkpoints*, não sendo obrigatório a paragem em todos. Esta paragem vai depender do tipo de material que o comboio vai distribuir (planos, prata, PVC, esferovite e chapa, entre outros).

Habitualmente, circula com 3 vagões. Inicia o seu trajeto na secção de planos onde é abastecido com material proveniente do armazém de matéria-prima e da Giben 1. Posteriormente, desloca-se para o armazém de planos ou diretamente para a área das prensas, dependendo do destino do material que transporta. Seguidamente, dirige-se para a Bi-bloco onde é carregado de material para ser filmado na Atlanta (área de filmagem) ou expedido. Logo após a descarrega, regressa ao seu ponto de partida e inicia novamente o ciclo de abastecimento.

Este comboio logístico foi introduzido na organização com o intuito de melhorar o transporte de material, evitando deslocações desnecessárias por parte dos empilhadores. Contudo, a sua usabilidade e funcionamento não se encontram nas melhores condições, criando ruturas

nas linhas que obrigam a deslocações desnecessárias (desperdício) por parte de diferentes empilhadores.

3.5 O PROJETO

3.5.1 OBJETIVOS A ATINGIR

Um diagnóstico inicial do setor Bi-casa permitiu verificar que este carecia de algumas reformulações ao nível do *gemba*, que passariam pela implementação de metodologias *Lean* e *Kaizen*. Estas metodologias permitirão melhorar substancialmente o funcionamento deste setor. Dentro de um conjunto elevado de oportunidades de melhoria detetadas, tornou-se necessário definir quais seriam os processos, práticas ou decisões que deveriam ser alvo de melhoria, visto este projeto estar limitado em termos temporais.

Deste modo, os principais objetivos do projeto foram definidos como:

- "Otimização" do comboio logístico dos planos, o que permitirá reduzir o número de ruturas nas linhas, diminuir o número de movimentações desnecessárias, aumentar o número de paletes transportadas e reduzir o número de horas/empilhador;
- Numa segunda fase, continuação da "otimização" do comboio logístico através da implementação de novos *checkpoints* e da criação de uma nova rota;
- Implementação de dois quadros OEE nas linhas-piloto da secção de montagem e embalagem;
- Detecção de oportunidades de melhorias nas linhas-piloto provenientes da implementação da OEE e implementar melhorias utilizando a metodologia PDCA;
- Expansão da OEE a outros setores;
- Redução do *stock* no armazém intermédio de perfis;
- Facilitação do trabalho dos operadores e da gestão, através do melhoramento do planeamento produtivo auxiliado por técnicas de gestão visual;
- Implementação de sequenciadores e *kanbans* de produção na secção de perfis.

3.5.2 METODOLOGIA PROPOSTA

O projeto foi dividido em três fases: otimização do comboio logístico de planos, implementação da OEE e redução de inventário e aumento da gestão visual.

Para cada fase, foram determinadas as atividades a seguir para atingir os objetivos propostos. O *software open source* "OpenProj" foi a ferramenta informática que auxiliou todo o projeto, permitindo seguir um encadeamento lógico das atividades. Além disto, foi definido um "*Project Charter*" com informações sobre a finalidade do projeto, custos, duração e principais marcos, entre outros, sendo este revisto pelo responsável da empresa.

A Tabela 7 exibe a metodologia proposta para o projeto.

Tabela 7: Metodologia proposta para as diferentes fases do projeto.

Fases do projeto	
• OTIMIZAÇÃO DO COMBOIO LOGÍSTICO DE PLANOS	
Número da atividade	Descrição
1	Levantamento da situação inicial
2	Proposta de melhorias e Implementação de ações
• IMPLEMENTAÇÃO DA OEE	
Número da atividade	Descrição
1	Desenvolvimento de quadro OEE protótipo
2	Implementação do quadro OEE nas linhas piloto
3	Análise de resultados
4	Proposta de melhorias e implementação de ações
5	Ampliação da OEE a outras linhas produtivas
• REDUÇÃO DE INVENTÁRIO E AUMENTO DA GESTÃO VISUAL	
Número da atividade	Descrição
1	Levantamento da situação inicial
2	Proposta de melhorias e implementação de ações

A Figura 31 apresenta a distribuição das fases e atividades do projeto (referidas na Tabela 7) ao longo do tempo.

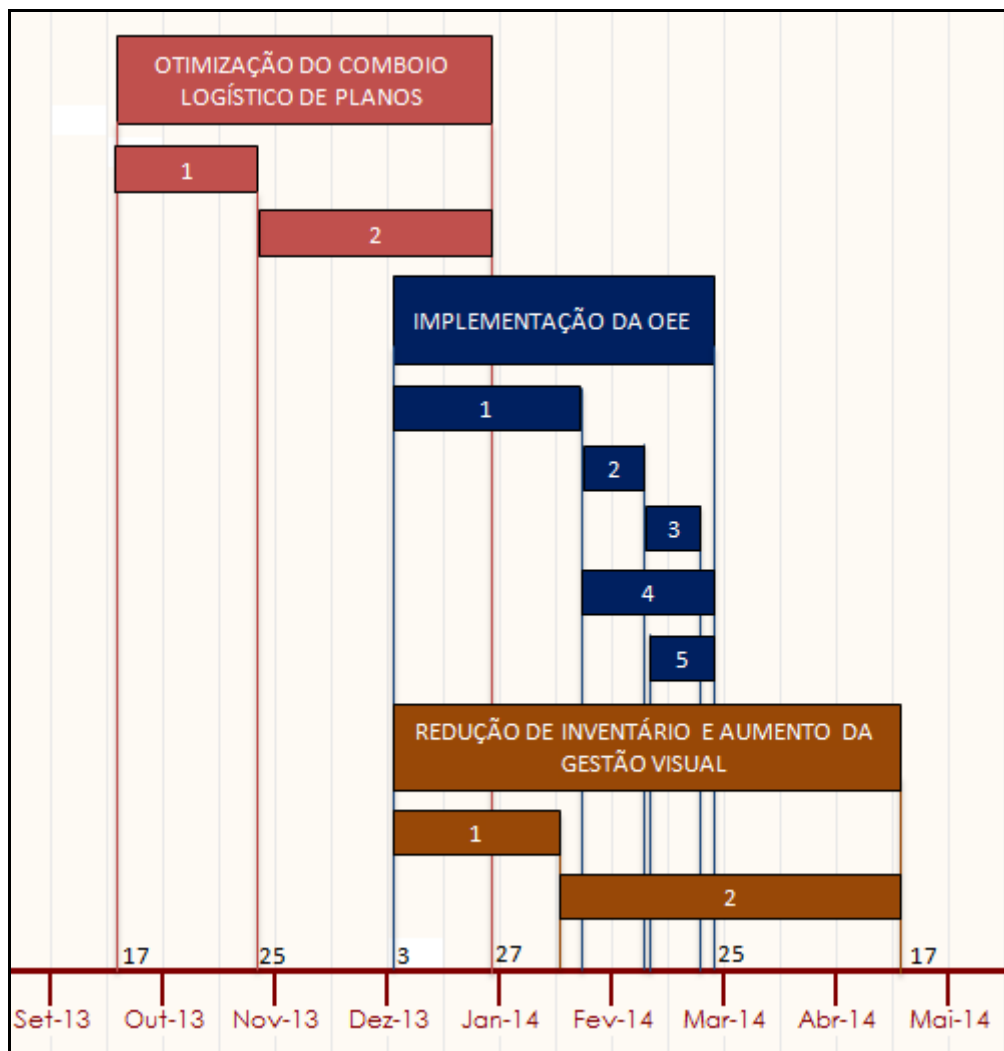


Figura 31: Cronograma das atividades planejadas para o projeto.

4 RESULTADOS

4.1 OTIMIZAÇÃO DO COMBOIO LOGÍSTICO DOS PLANOS

4.1.1 LEVANTAMENTO DA SITUAÇÃO INICIAL

Na observação das movimentações do comboio logístico dos planos, evidenciava-se um incorreto funcionamento do mesmo. Como tal, procedeu-se à iniciação da "otimização" do referido comboio, apurando quais seriam as causas que estavam na origem daquela situação.

Deste modo, na primeira semana de estudo e análise, a junção das causas primárias e secundárias, respeitantes ao mau funcionamento deste comboio, permitiram a criação do diagrama causa-efeito presente na Figura 32.

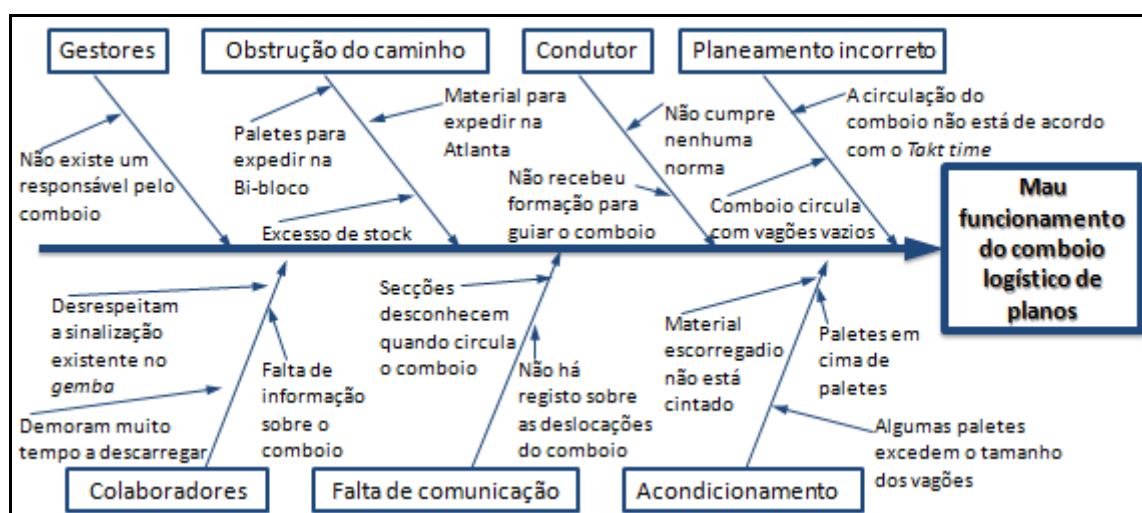


Figura 32: Diagrama causa-efeito relativo ao mau funcionamento do comboio logístico de planos.

O referido diagrama permitiu detetar onde as principais ações e implementações devem incidir. Posto isto, antes de qualquer implementação foi necessário proceder-se à recolha de dados relativos à realidade atual do comboio logístico, com o intuito de avaliar as futuras ações/implementações.

Como resultado, os indicadores (KPI's) considerados para avaliar o comboio logístico dos planos foram:

- **Taxa de utilização do comboio logístico:** o cálculo desta taxa é efetuado tendo em conta a utilização da capacidade do comboio logístico nos semi-percursos executados, isto é, traduz a percentagem média de ocupação das carruagens do comboio logístico;

- **Número de semi-percursos efetuados:** o cálculo desta estatística é realizado pela soma diária do número de semi-percursos efetuados (considerou-se esta estatística ao invés do número de rotas efetuadas dado cada rota poder ter diferentes semi-percursos);
- **Número de paletes transportadas:** este indicador é obtido pela soma diária do número de paletes transportadas entre os diferentes *checkpoints*.

Para obter as informações necessárias para calcular os referidos indicadores, foi elaborado uma folha de registo das movimentações do comboio logístico, com diferentes parâmetros a preencher pelo condutor (ver anexo B).

Posto isto, durante três semanas foram analisados os dados recolhidos, confirmando efetivamente o meu funcionamento do comboio logístico.

Com relação à taxa de utilização, obteve-se valores médios diários de 25%, tendo sido registados dois dias em que o comboio logístico não circulou. Após uma análise dos percursos, verificou-se que esta taxa de utilização, em condições excelentes de funcionamento, deveria aproximar-se dos 60%. Portanto, os valores atuais encontram-se muito aquém dos possíveis (Figura 33).

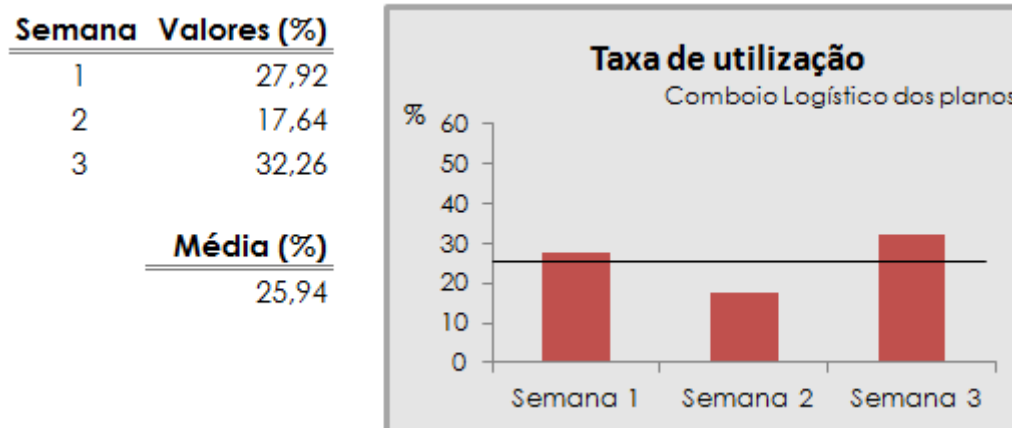


Figura 33: Taxa de utilização média semanal do comboio logístico de planos nas três primeiras semanas.

Relativamente ao número de semi-percursos efetuados, em média/dia, na primeira e terceira semana registaram-se 7 e, na segunda semana, 9 (Figura 34). Estes valores são muito reduzidos comparativamente aos possíveis. Estimou-se que um percurso completo realiza-se em 30 minutos e que há a possibilidade de realizá-lo 10 vezes diárias, o que perfaz aproximadamente 50 semi-percursos diários praticáveis.

Por outro lado, este indicador permite explicar a razão da existência de inúmeras movimentações desnecessárias por parte dos empilhadores.

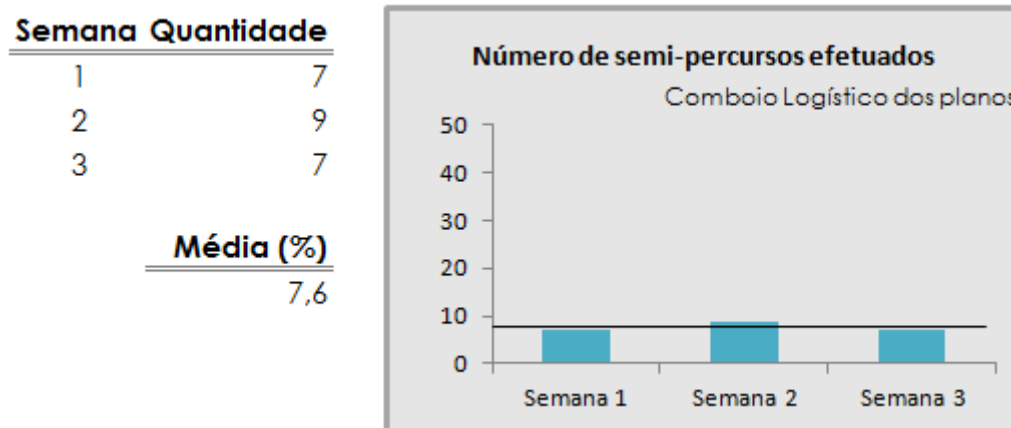


Figura 34: Número médio semanal de semi-percursos efetuados pelo comboio logístico de planos.

Por último, o número médio diário de paletes transportadas foi de 15. Para este valor existem três valores considerados excelentes. Se as paletes transportadas forem de dimensões elevadas ($\geq 150 \times 120 \text{cm}$) considera-se que 90 paletes/dia transportadas é o valor máximo. Caso as paletes só sejam de dimensões pequenas ($< 150 \times 120 \text{cm}$) considera-se 180 paletes/dia um valor excelente. Todavia, como habitualmente há o transporte de paletes de dimensões pequenas e elevadas, considera-se que 80 é o limite máximo para este indicador.

Neste sentido, os valores registados na Figura 35 demonstram nitidamente que este *milk run* encontra-se a transportar, em média, aproximadamente 19% do total de paletes possíveis.

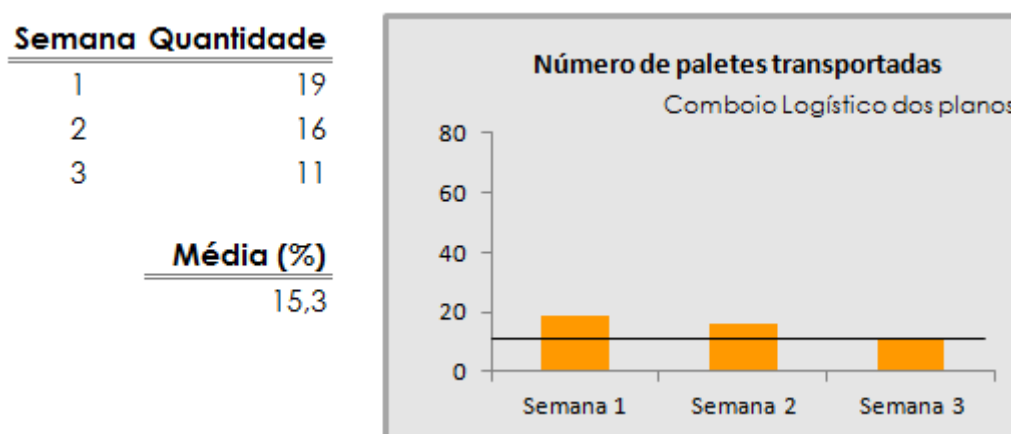


Figura 35: Número médio diário de paletes transportadas pelo comboio logístico de planos.

Enquanto se procedia à recolha e análise dos dados citados, entendeu-se que seria igualmente oportuno recolher dados respeitantes às horas de trabalho dos empilhadores.

Como resultado procedeu-se ao levantamento de todos os empilhadores existentes na unidade fabril (24 empilhadores) e de 15 em 15 dias foram registadas as suas horas de utilização.

O objetivo desta ação foi apurar a influência do aumento das horas de funcionamento do comboio logístico nas horas de funcionamento dos empilhadores. A Tabela 8 expõe informação relativa aos 5 empilhadores, que são diretamente afetados pelas deslocações do comboio logístico de planos.

Tabela 8: Empilhadores diretamente afetados pelo comboio logístico de planos.

Nrº	Empilhador	Área
15	Daewoo	Atlanta
1	HC18EAC4	Bi-Bloco
16	Nissan	Bi-casa
14	Still	Bi-casa
13	Toyota	Zona das prensas

4.1.2 PROPOSTA DE MELHORIAS E IMPLEMENTAÇÃO DE AÇÕES

A melhoria do funcionamento do comboio logístico de planos passou pela implementação de um conjunto de ações que cursaram um determinado encadeamento lógico. O objetivo foi o aproveitamento máximo das potencialidades deste *mizusumashi*.

Na Tabela 9 figuram as principais ações implementadas nesta área de atuação.

Tabela 9: Ações implementadas no comboio logístico de planos.

Ações
<ul style="list-style-type: none"> • Otimização do comboio logístico de planos <ul style="list-style-type: none"> Definição do modo de funcionamento Implementação de Kanbans nas prensas Implementação de Kanbans na Bi-Bloco Teste de uma nova rota • Implementação de uma nova rota <ul style="list-style-type: none"> Implementação de kanbans na secção Easel

A seguir, são detalhadas as ações acima explicitadas, expondo o que foi realizado em cada uma delas.

1. Definição do modo de funcionamento

Como já foi mencionado, o comboio logístico de planos funciona segundo uma rota fixa que pode envolver paragens em diferentes *checkpoints*, de modo a transportar material como planos, esferovite, entre outros.

Numa primeira abordagem à definição do modo de funcionamento deste comboio, foi necessário estudar o tempo de ciclo dos diferentes postos de trabalho, por forma a definir-se um horário de circulação.

A Giben 1 é o principal equipamento que abastece o *mizusumashi* quando este se encontra no local de partida. As suas produções são muito variáveis, sendo difícil definir um padrão. Porém, após a observação de várias produções estimou-se que, em média, são fabricadas 105 paletes diárias de material de várias dimensões, que necessitam ser movimentadas pelo comboio logístico. Estas paletes são produzidas ao longo de um dia de trabalho, em média, de acordo com a Figura 36.

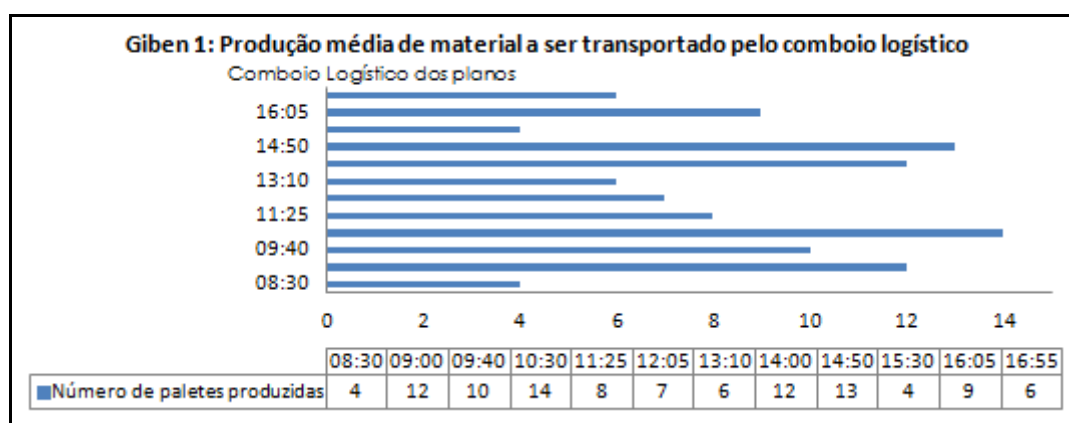


Figura 36: Produção média de paletes provenientes da Giben 1.

No que diz respeito à Bi-bloco, esta empresa expede para a Atlanta cerca de 6 paletes/hora, sendo este número aumentado para 8 paletes/hora às quintas e sextas-feiras.

Com os dados referidos e, tendo em conta, as restrições a que o comboio logístico se encontra sujeito (obstrução do caminho, tempos longos de descarga e tempo de deslocação entre semi-percursos) definiu-se o horário de circulação visível na Tabela 10.

Tabela 10: Horário de circulação do comboio logístico de planos.

Partida	Chegada à Bi-Bloco	Chegada ao ponto de partida
08:10	08:25	08:40
09:00	09:15	09:40
09:50	10:05	10:20
10:40	10:55	11:20
11:30	11:50	12:10
12:20	12:40	13:10
13:20	13:45	14:10
14:20	14:45	15:10
15:20	15:45	16:10
16:20	16:45	17:00

Para além da estipulação do horário de funcionamento, outras foram as decisões aprovadas nas frequentes reuniões de acompanhamento deste meio de transporte interno.

Assim, o comboio logístico passou a ter um responsável e, somente dois condutores autorizados. Adicionalmente foram definidas as suas regras de funcionamento (anexo C) e instruções de trabalho (anexo D), sendo estas afixadas em todos os *checkpoints* e explicadas aos funcionários envolvidos.

Com a definição de um responsável, tornou-se, assim, imperativo para todos os funcionários cumprir todas as regras e ações estipuladas, ocorrendo diariamente acompanhamento das mesmas, sendo registadas todas as ocorrências e reportadas ao responsável.

2. Implementação de *kanbans* na área das prensas

A zona das prensas localiza-se junto ao segundo *checkpoint*. Trata-se de um local composto por três prensas, em que o espaço destinado ao WIP é bastante limitado, pelo que frequentemente aí se acumulam grandes quantidades de material, obstruindo os locais de passagem, bem como dificultando o trabalho dos operadores. Esta situação ocorre porque o material enviado para as prensas não segue os princípios da produção JIT.

Dadas as circunstâncias, decidiu-se implementar *kanbans* de transporte e, por consequência, só o material estritamente necessário será transportado para aquela localização.

O procedimento deste sistema é bastante simples. Foi colocado um quadro junto às prensas que se encontra dividido em *kanbans* vazios e *kanbans* pedidos (Figura 37). Quando a secção das prensas carecer de um determinado material deve escrever no *kanban* vazio o material que requiere, as suas dimensões e quantidade. Logo após, deverá colocar esse *kanban* na divisória dos *kanbans* pedidos. Assim, quando o operador do comboio logístico passar naquele *checkpoint* recolhe o *kanban* e, deverá carregar o comboio com este material na próxima viagem.



Figura 37: Quadro de Kanbans presente na área das prensas.

3. Implementação de *Kanbans* na Bi-Bloco

O *Mizusumashi* dos planos efetua paragem na Bi-bloco para transportar material que será filmado na Atlanta ou ser expedido. Todavia, observou-se que os empilhadores afetos a esta área se deslocavam assiduamente à secção de paletes (junto à secção de planos) para abastecer a empresa de paletes vazias de várias dimensões. A partir deste reparo pensou-se incorporar o transporte de paletes vazias no comboio logístico.

As necessidades de paletes diferem ao longo do dia de trabalho, não sendo também possível estabelecer nenhum padrão. Por outro lado, a falta de espaço é um problema comum, pelo que não seria viável transportar paletes para a Bi-bloco de uma forma desmedida. Posto isto, o sistema *Kanban* é a solução mais adequada para a resolução deste problema.

O funcionamento deste sistema será idêntico ao implementado nas prensas, com a particularidade de os *kanbans* já se encontrarem preenchidos e possuírem informações relativas ao *stock* mínimo e ao lote de encomenda (Tabela 11).

Tabela 11: Informações presentes nos *kanbans* de paletes da Bi-bloco.

Referência	Tipo de paleta	Stock Mínimo	Lote de Encomenda
9Y15137	1200X800	5	10
9Y15138	1200X850	5	10
9Y15084	1320X950	10	10
9Y15089	1430X950	10	10
9Y15159	1016X762	5	10
9Y15106	1360X1000	5	10
9Y15092	1300X1300	10	10
9Y15087	1200X1000	5	10

Frisa-se o facto de os *stocks* mínimos terem sido calculados tendo em conta os consumos e o tempo de reposição. Já o lote de encomenda foi calculado tendo em conta a capacidade do comboio logístico.

4. Teste de uma nova rota

Nesta fase pretende-se implementar uma rota adicional, criando dois novos *checkpoints*, o que permitirá estender o comboio logístico dos planos a mais zonas das fábricas e, naturalmente, reduzir as deslocações desnecessárias dos empilhadores e outros meios de transporte afetos a essas áreas.

Por outro lado, ao estabelecer duas rotas pretende-se minimizar o efeito dos longos tempos de espera de carga/descarga, especialmente os que ocorrem na Atlanta (zona de filmagem).

Na Figura 38 encontra-se visível as duas rotas de funcionamento do comboio logístico. A segunda rota (nova rota) passará por três *checkpoints*. O objetivo desta segunda rota será abastecer a secção Easel com paletes vazias. Por isso, o trajeto inicia-se no ponto 0 e dirige-se para o ponto 4. Para otimizar a deslocação do *milk run* dos planos, no percurso de retorno, este passará também no ponto 1 para transportar planos danificados, que serão reaproveitados na secção de planos. E mesmo antes de chegar ao ponto de partida, passará na Giben 2 (ponto 5) e transportará paletes de material processado para o armazém de planos.

A segunda rota funcionará através do sistema *Kanban*, na secção Easel, pelo que o objetivo é que opere quando haja requisição de material.

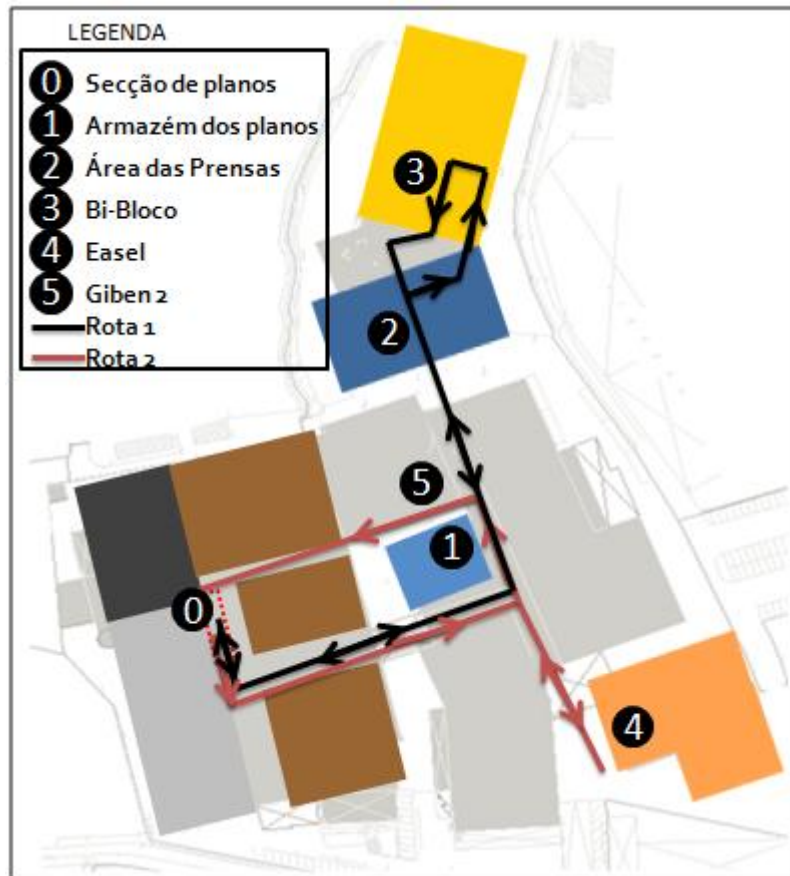


Figura 38: Duas rotas do comboio logístico de planos.

Para validar esta nova rota foram efetuados dois testes. Porém, os resultados não foram favoráveis. O principal problema que se impôs foi a obstrução do caminho existente no corredor que se dirige para o local 4. Esta situação é proveniente do recurso gargalo aí existente, a Atlanta.

A Figura 39 ilustra a situação acima descrita. A imagem à esquerda mostra início do corredor e a imagem à direita mostra o local em frente em ponto 4.

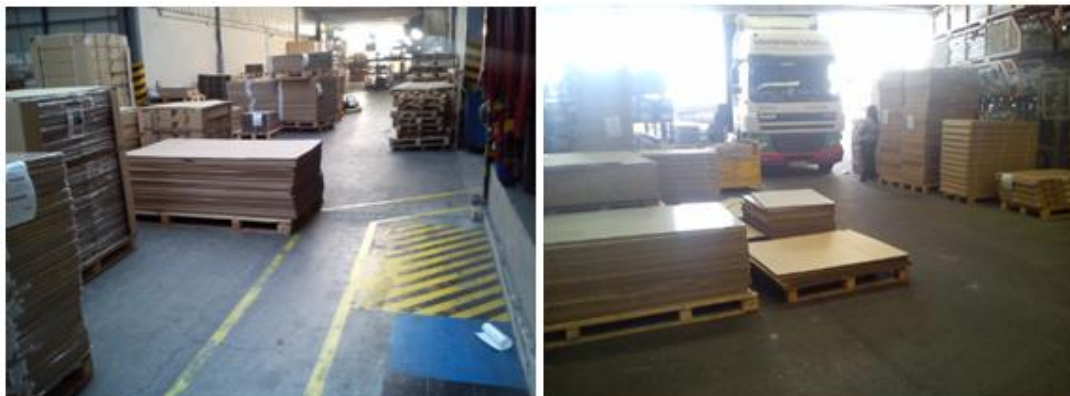


Figura 39: Obstrução do caminho existente no corredor Atlanta-Easel.

Desta forma, chegou-se à conclusão que não era possível circunscrever o problema existente no imediato, tendo sido decidido implementar-se esta nova rota assim que este problema esteja circunscrito.

5. Implementação da nova rota

Após o problema de obstrução do caminho ter sido eliminado, procedeu-se à implementação da nova rota. No entanto, já tinham decorrido quatro meses após o fim da otimização do comboio logístico, pelo que os resultados obtidos durante a duração do projeto não foram influenciados por esta ação.

A criação desta nova rota envolveu o desenvolvimento de *Kanbans* de transporte, alteração da informação presente nos *checkpoints* e formação dos colaboradores envolvidos.

4.1.3 RESULTADOS OBTIDOS

Relativamente à taxa de utilização, verifica-se que esta obteve um ligeiro aumento, passando de valores médios aproximados de 26% para 33% (Figura 40).

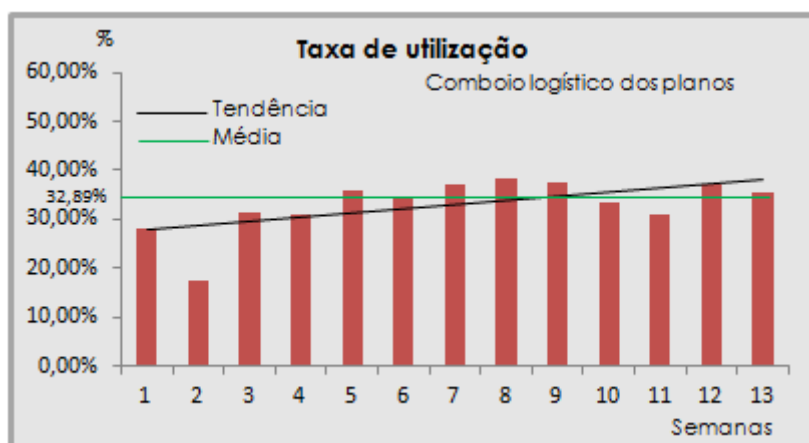


Figura 40: Evolução da taxa de utilização do comboio logístico de planos.

O aumento sentido na taxa de utilização do comboio logístico foi reduzido, já que as poucas deslocações existentes eram despoletadas pela necessidade de transportar determinados materiais no momento, o que assegurava taxas de utilização elevadas.

No que respeita ao número de semi-percursos, verificou-se um aumento substancial, evidenciado na Figura 41. De um valor médio máximo inicial de 9 semi-percursos efetuados,

passou-se para um valor médio máximo de 41 semi-percursos efetuados, aproximando-se do valor máximo possível (50).

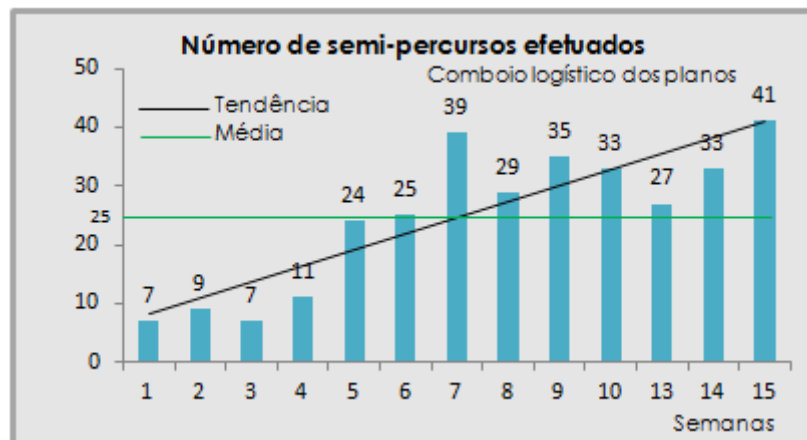


Figura 41: Evolução do número de semi-percursos efetuados pelo comboio logístico de planos.

O KPI "número de paletes transportadas" também sofreu um aumento significativo e, como é visível na Figura 42, apresenta uma tendência crescente. Este aumento provém naturalmente do acréscimo do número de semi-percursos efetuados, bem como da melhor utilização da capacidade do comboio logístico.

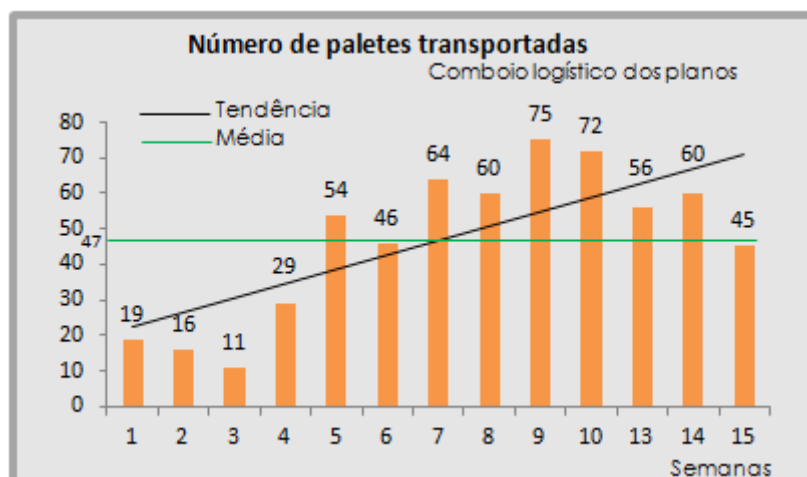


Figura 42: Evolução do número de paletes transportadas pelo comboio logístico de planos.

Por fim, o último indicador a analisar é a influência do aumento da utilização do comboio logístico nos restantes empilhadores.

No gráfico presente na Figura 43 é perceptível que com o aumento das horas de utilização do comboio logístico, os empilhadores afetos por este sofreram um decréscimo correspondente à poupança obtida.

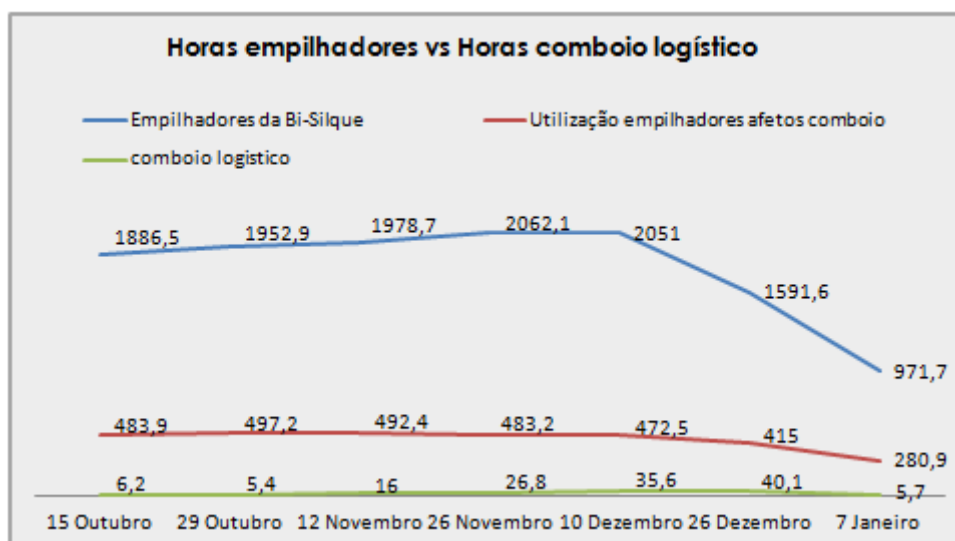


Figura 43: Horas de utilização dos empilhadores Vs. Horas de utilização do comboio logístico.

4.2 IMPLEMENTAÇÃO DA OEE

A análise à eficiência da produção da Bi-Silque não era eficaz, já que não permitia guardar histórico dos dados para análise e, posteriormente, implementar ações de melhoria. Este projeto propõe-se, também, a colmatar esta lacuna.

Numa primeira fase, a OEE foi implementada no setor Bi-casa. Caso se trate-se de um acontecimento de sucesso e, com a possibilidade de melhorar substancialmente os processos existentes, esta seria expandida para o setor Bi-office, embora esta última fase não faça parte do âmbito deste projeto.

Após a observação do setor Bi-casa e das suas secções, decidiu-se implementar a OEE nos equipamentos MMA7(90x60) e MMA4(60x40), existentes na secção de montagem e embalagem. A análise à eficiência destes equipamentos é particularmente interessante, visto que cerca de 70% do fluxo produtivo do setor Bi-casa "converge" para estas linhas. Consequentemente, a eficiência destes equipamentos influenciará o *lead time* do sector, o cumprimento das datas de entrega e o aumento do nível de serviço.

À semelhança da melhoria anterior, esta implementação também seguirá um encadeamento lógico. A Tabela 12 ilustra a sequência das ações a implementar no âmbito da OEE.

Tabela 12: Ações a implementar no âmbito da OEE.

Ações
<ul style="list-style-type: none"> ● Implementação da OEE <ul style="list-style-type: none"> Desenvolvimento de quadro OEE protótipo Implementação do quadro OEE nas linhas piloto Análise de dados Implementação de melhorias Propostas de melhoria Ampliação da OEE a outras linhas produtivas

4.2.1 DESENVOLVIMENTO DE UM QUADRO OEE PROTÓTIPO

O desenvolvimento do quadro OEE protótipo envolveu uma forte aposta em Investigação & Desenvolvimento durante o projeto, dadas as restrições a que este tipo de implementação estava sujeito.

Assim verificava-se que, por um lado, a empresa não queria investir em colaboradores afetos exclusivamente à OEE, tal como sucede em muitas outras empresas e, por outro lado, a dificuldade de implementar a OEE sem consumir recursos e sem prejudicar a produção, era um constante desafio.

Surgiu a necessidade de pensar numa forma de criar um método simples, fácil de entender, prático, útil e que, em termos gerais, cumprisse os objetivos da implementação da OEE.

Emergiram várias ideias, excluíram-se as ideias não aplicáveis e/ou pouco profícuas e, estipulou-se que o ideal seria criar um quadro OEE que fosse ao longo do dia preenchido pelos trabalhadores. No final do dia, esses mesmos trabalhadores calculariam a OEE.

Diferentes alterações e testes foram realizados até que o protótipo físico corresponde-se ao modelo desejado, encontrando-se o resultado final visível na Figura 44.



Figura 44: Visão global do protótipo do quadro OEE.

É igualmente perceptível na Figura 44 que, o quadro OEE encontra-se dividido em 6 blocos distintos, embora estejam relacionados.

Seguidamente, procede-se à exposição de cada bloco, por forma a aclarar todos os seus detalhes peculiares.

1. Bloco A

O Bloco A intitulado "Produção diária", contém sete campos que devem ser preenchidos pelos operadores de acordo com as ordens de fabrico (Figura 45). Neste sentido, pretende-se obter a quantidade total produzida num dia de trabalho e calcular a sua percentagem de defeitos. Revela-se também de extrema importância, registar as principais causas de defeito para implementação futura de ações corretivas e preventivas. Este bloco possui, ainda, um campo designado "objetivo de produção", que deve ser preenchido pelo responsável do sector conforme o material que se encontra a ser processado.

PRODUÇÃO DIÁRIA						
OBJETIVO DE PRODUÇÃO:						
HORA		Quantidade Produzida	S. DEFEITO	TIPO DE MATERIAL	PRINCIPAIS CAUSAS DEFEITO	OPERARIO
INICIO	FIM					
TOTAL (UNIDADES):						

Figura 45: Bloco A do quadro OEE designado "Produção diária".

2. Bloco B

Considerou-se que, no decorrer de qualquer processo no setor Bi-casa, ocorrem habitualmente paragens que podem ser planeados ou não planeadas. Estas paragens podem ser classificadas como avarias, *Setup* (mudança de ferramenta) ou manutenção autónoma.

Posto isto, o bloco B, patente na Figura 46, foi criado com o intuito de registar todos os tipos de paragens, de modo a estudar os seus efeitos nas componentes desempenho e disponibilidade.

PARÂMETROS PLANEADOS E NÃO PLANEADOS		
Data: ____ / ____ / ____		
AVARIA		
DURAÇÃO	CAUSA	
TOTAL: _____ minutos		
SETUP		
DURAÇÃO	CAUSA	
TOTAL: _____ minutos		
MANUTENÇÃO AUTÔNOMA		
DURAÇÃO	CAUSA	
TOTAL: _____ minutos		

Figura 46: Bloco B do quadro OEE designado "Paragens planeadas e paragens não planeadas".

3. Bloco C

Este bloco explicita os procedimentos que devem ser conduzidos para obter o valor da OEE. Encontra-se descrito por passos (Figura 47) e, foi adaptado à realidade da empresa, de forma a facilitar a sua compreensão por parte dos trabalhadores. Deve ser preenchido no final do dia de trabalho pelos operadores da linha onde este se encontra implementado.

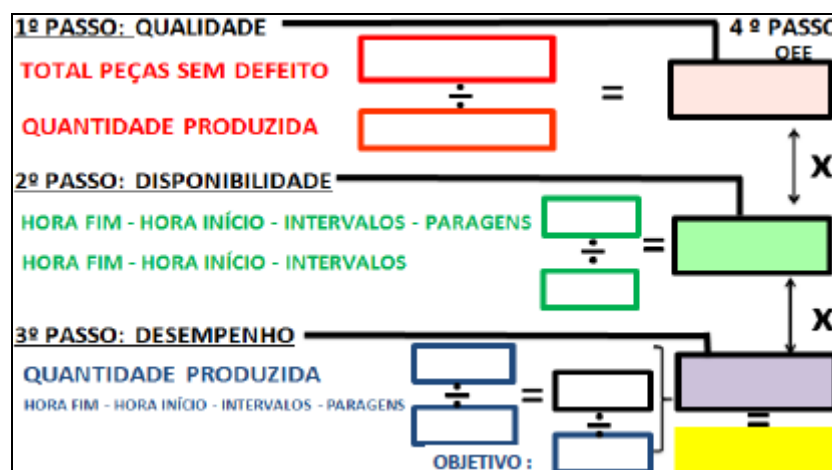


Figura 47: Bloco C do quadro OEE.

4. Bloco D

Numa perspetiva de melhoria contínua, pretende-se que todas as oportunidades de melhoria detetadas sejam estudadas e alvo de ações. Neste sentido, surge este bloco destinado à gestão das ações implementadas seguindo a metodologia do ciclo PDCA (Figura 48).

PLANO DE AÇÕES DE MELHORIA CONTÍNUA					
Ação	Responsável	DATA			Estado
		Aberto	Fecha Previsto	Fecha	
					P D A C
					P D A C
					P D A C
					P D A C
					P D A C
					P D A C
					P D A C

Figura 48: Bloco D do quadro OEE designado "Plano de ações de melhoria contínua".

5. Blocos E & F

Como há referido, a implementação da OEE estava limitada à política da empresa em não querer despendar recursos financeiros no armazenamento de dados. Deste modo, criaram-se os blocos E & F onde são registados os valores da OEE. No caso do bloco E (Figura 49), este exibe os valores diários, sendo no final da semana executada uma média ponderada, obtendo-se o valor semanal da OEE. Este valor deverá ser registado no bloco F (Anexo E).

Desta forma, criou-se uma forma não dispendiosa e visualmente apelativa de armazenar os dados relativos à OEE.

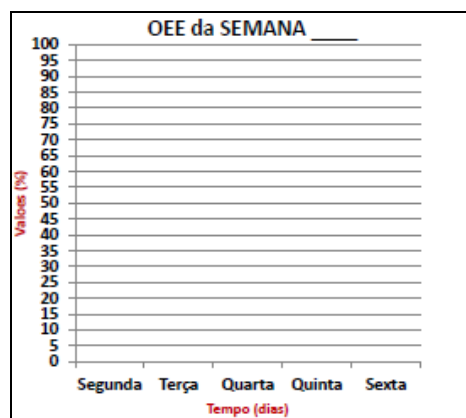


Figura 49: Bloco E do quadro OEE.

4.2.2 IMPLEMENTAÇÃO DO QUADRO OEE PRÓTIPO EM LINHAS PILOTO

Como já foi referido, o próximo passo após o desenvolvimento de uma ferramenta que permita o cálculo da OEE, foi a sua implementação nas linhas piloto.

Uma implementação desta natureza, isto é, envolvendo diretamente os colaboradores, não poderia ocorrer sem uma abordagem à temática. Neste decorrer, foi realizada uma formação que orientou todos os envolvidos no sentido de utilizarem corretamente esta ferramenta. Encontra-se no Anexo E as instruções de trabalho para preenchimento do quadro OEE, que foram entregues a cada funcionário na referida formação.

Associada à implementação da OEE, ocorreu naturalmente um acompanhamento das atividades em curso, de modo a esclarecer quaisquer dúvidas existentes.

A Figura 50 exhibe os quadros OEE presentes nos equipamentos MMA7 (90x60) e MMA4 (60x40).



Figura 50: Implementação da OEE nas linhas piloto.

4.2.3 ANÁLISE DE RESULTADOS

A presente ferramenta de cálculo da OEE permite calcular os seus principais indicadores (qualidade, disponibilidade e desempenho), servindo os interesses da organização. Porém, no âmbito deste projeto, foi também desenvolvida uma ferramenta com o auxílio da bibliografia utilizada, que permite obter outros dados (Anexo F).

Após a implementação da OEE e estabilização dos procedimentos por parte dos operadores, procedeu-se à análise dos dados obtidos por equipamento.

No que diz respeito ao equipamento MMA7 (90x60), verificou que, em média, o valor da OEE registado é de 55% (Figura 51), revelando que neste equipamento existe uma enorme oportunidade de melhoria. Como já foi explicitado anteriormente, 85% é o valor registado nas organizações do tipo WCM.

O principal fator que contribui para a existência do referido valor prende-se com a disponibilidade que, por sua vez, é fortemente influenciada pelas paragens.

Neste sentido, numa primeira fase, entendeu-se que se devia atuar na disponibilidade, detetando quais os fatores causadores do número elevado de paragens.

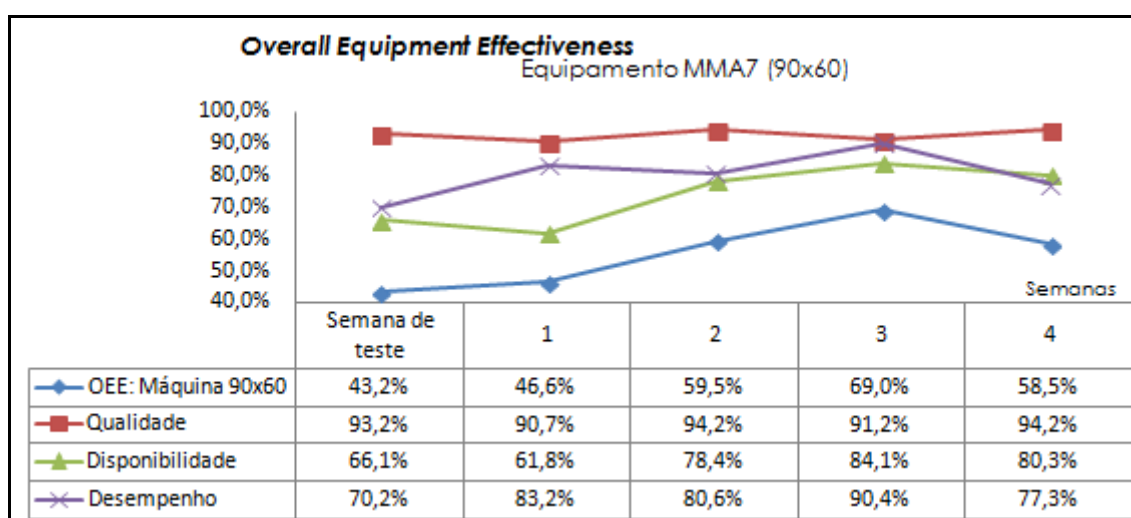


Figura 51: OEE do equipamento MMA7.

O equipamento MMA4 (60x40) presente na Figura 52 possui uma realidade, em termos de eficiência, bem distinta do equipamento primeiramente citado. Deste modo, são registados valores da OEE médios semanais de 73%, o que confere a esta linha um nível de eficiência considerado bom. Porém, havendo sempre espaço para melhoria, o fator disponibilidade foi o indicador que registou valores mais baixos. Trata-se, efetivamente, da grande influência que as paragens representam para este fator, constituindo-se esta a área de atuação inicial.

Realça-se o facto de o desempenho por parte dos operadores desta máquina ser de nível WCM. Razão mais que justa para ter-se felicitado os mesmos pelo excelente trabalho desenvolvido, nunca menosprezando a ótica de melhoria contínua.

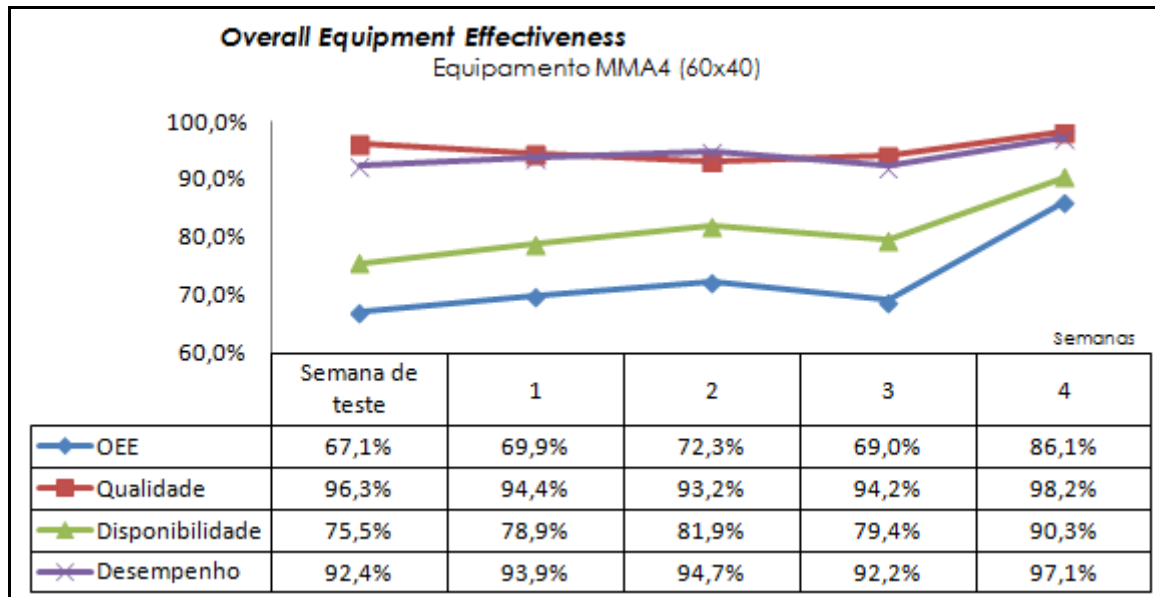


Figura 52: OEE do equipamento MMA4.

4.2.4 PROPOSTA DE MELHORIAS E IMPLEMENTAÇÃO DE AÇÕES

Numa perspetiva *Kaizen*, o objetivo de atuar nesta área foi estudar a eficiência dos equipamentos e, através do ciclo PDCA, incentivar os trabalhadores para a prática contínua de implementação de ações de melhoria.

Após a análise de resultados, surgiu a necessidade de realizar um *Workshop* com os trabalhadores das áreas envolvidas para incentivá-los a utilizar a ferramenta PDCA.

Comparativamente ao outro equipamento, a MMA7 (90x60) regista valores OEE médios inferiores, pelo que o *Workshop* realizado incidia sobre este equipamento.

Detetou-se que, o equipamento MMA7 (90x60) necessitava de uma intervenção na componente OEE "disponibilidade". Para tal, antes da ocorrência do *Workshop* criou-se um diagrama de Pareto, onde se encontram patentes as causas das elevadas paragens ocorridas nos 19 dias analisados para o estudo deste indicador (Figura 53).

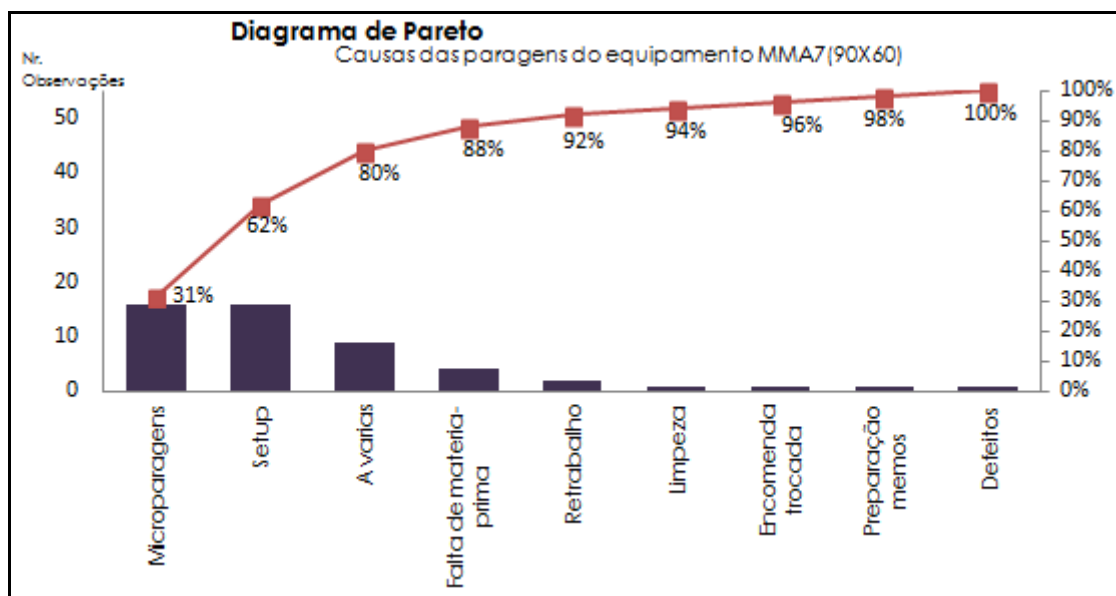


Figura 53: Diagrama de Pareto das causas das paragens do equipamento MMA7 (90x60).

O cenário presente na Figura 53 descreve uma realidade em que 80% das paragens são provocadas pelas microparagens (paragens inferiores a 5 minutos), *setup* e avarias.

Deste modo, durante a ocorrência do *Workshop* realizou-se uma sessão de *brainstorming*, de forma a captar ideias que permitissem, no mínimo, minimizar o efeito de umas destas causas. Por uma questão de gestão estratégica, decidiu-se atuar sobre o *Setup* (inclui-se aqui a mudança de manga).

O equipamento MMA7 é um equipamento monoproduto e, quando ocorria este *setup*, um dos colaboradores efetuava a operação e o outro aguardava que esta fosse concluída. Neste sentido, considerou-se que, sempre que possível, o equipamento deveria continuar a trabalhar, embora produzindo em menor quantidade, já que um dos operadores se encontrava provisoriamente a desempenhar a função de dois colaboradores. Assim, teria de criar-se junto à linha de produção um "*buffer*" temporário que, no final da nota de encomenda, seria processado, havendo uma poupança que corresponde ao tempo total de montagem do número total de memos que se encontrassem no *buffer*.

Para além disto, neste *Workshop* foram efetuadas e planeadas outras ações, ficando o compromisso da gestão da produção de planear, implementar, atuar e verificar constantemente estas e outras ações de melhoria a serem efetuadas pelos operadores.

É de frisar que se propôs a aplicação da metodologia SMED³ (*Single Minute Exchange of Die*) para reduzir os tempos de mudança de ferramenta, porém como a implementação da mesma já tinha ocorrido, esta ação ficou sem efeito.

A criação do *buffer* permitiu aumentar ligeiramente a componente disponibilidade de 74,1% para 81,6%, o que se traduziu num aumento da OEE de aproximadamente 15% (Figura 54).

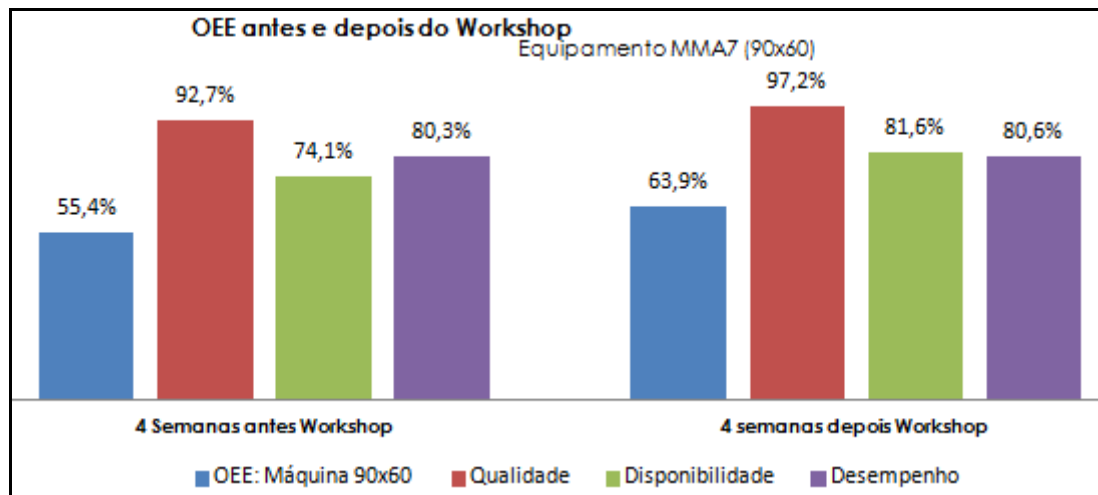


Figura 54: OEE antes e depois das ações implementadas.

4.2.5 AMPLIAÇÃO DA OEE A OUTRAS LINHAS PRODUTIVAS

Uma vez cumprido o objetivo inicial e a implementação da OEE ter sido bem-sucedida, expandiu-se esta a outros equipamentos e setores da empresa. Refira-se, nomeadamente, os equipamentos:

- MMA11 (120x90) presente na secção de corte e montagem do setor Bi-casa;
- E os equipamentos JPM e 120x90 presentes no setor Bi-office.

³SMED (*Single Minute Exchange of Die*) é uma metodologia que tem como objetivo reduzir ao máximo os tempos de *Setup* (mudança de ferramenta e ajustes, entre outros).

4.3 REDUÇÃO DE INVENTÁRIO E AUMENTO DA GESTÃO VISUAL

4.3.1 LEVANTAMENTO DA SITUAÇÃO INICIAL

No setor de madeiras, particularmente no armazém de perfis, existe uma quantidade de *stock* superior à procura das secções que são abastecidas com estes materiais. Posto isto, o trabalho desenvolvido, nesta área de atuação, teve como objetivos criar ferramentas de gestão visual que auxiliem o planeamento da produção e, consequentemente, reduzam o *stock* existente.

Com o intuito de analisar, em termos numéricos, o setor de madeiras, decidiu-se utilizar a ferramenta de mapeamento de fluxo de valor (VSM). Neste setor, maioritariamente, dois tipos de material são processados (Pinho e MDF), sendo que 60% do material processado é Pinho. Por esta razão, o VSM criado é relativo ao fluxo do pinho.

Com recurso ao VSM, verificou-se que o armazém de perfis possui um inventário correspondente a 3,5 dias (Figura 55). Note-se que tais valores só se referem ao pinho existente nessa localização.

Para obter um *status quo* mais específico recorreu-se à definição de algumas ações. Neste sentido, efetuou-se um levantamento de todas as referências existentes e dos seus respetivos *stocks*. Após este passo, definiu-se os *stocks* máximos para cada referência tendo por base os consumos semanais e a frequência (Anexo G). Assim, apurou-se quais as referências que possuíam *stocks* em excesso, estando estas visíveis na Tabela 13.

Tabela 13: Referência detetadas com excesso de *stock*.

Tipo de material	Aro	Rasgo	Quantidade em excesso (grades)
Pinho	Normal	R7	3,5
Pinho	Liberty	R7	0,5
Pinho	Normal Pontas	R9	6
Pinho	Caixilho	-----	1
MDF 16	Fino	R4	0,5
MDF 16	Fino	R7	0,5
MDF 19	22 Normal	S/Rasgo	0,5
MDF 19	22 Normal Carb	R10.5	0,25
MDF 19	32 Normal	R4	0,5
MDF 19	32 Normal	R10.5	0,5
MDF 16	22 ACCO	-----	1
MDF 8	S/ARO EMA	-----	1
Total:			15.75 grades

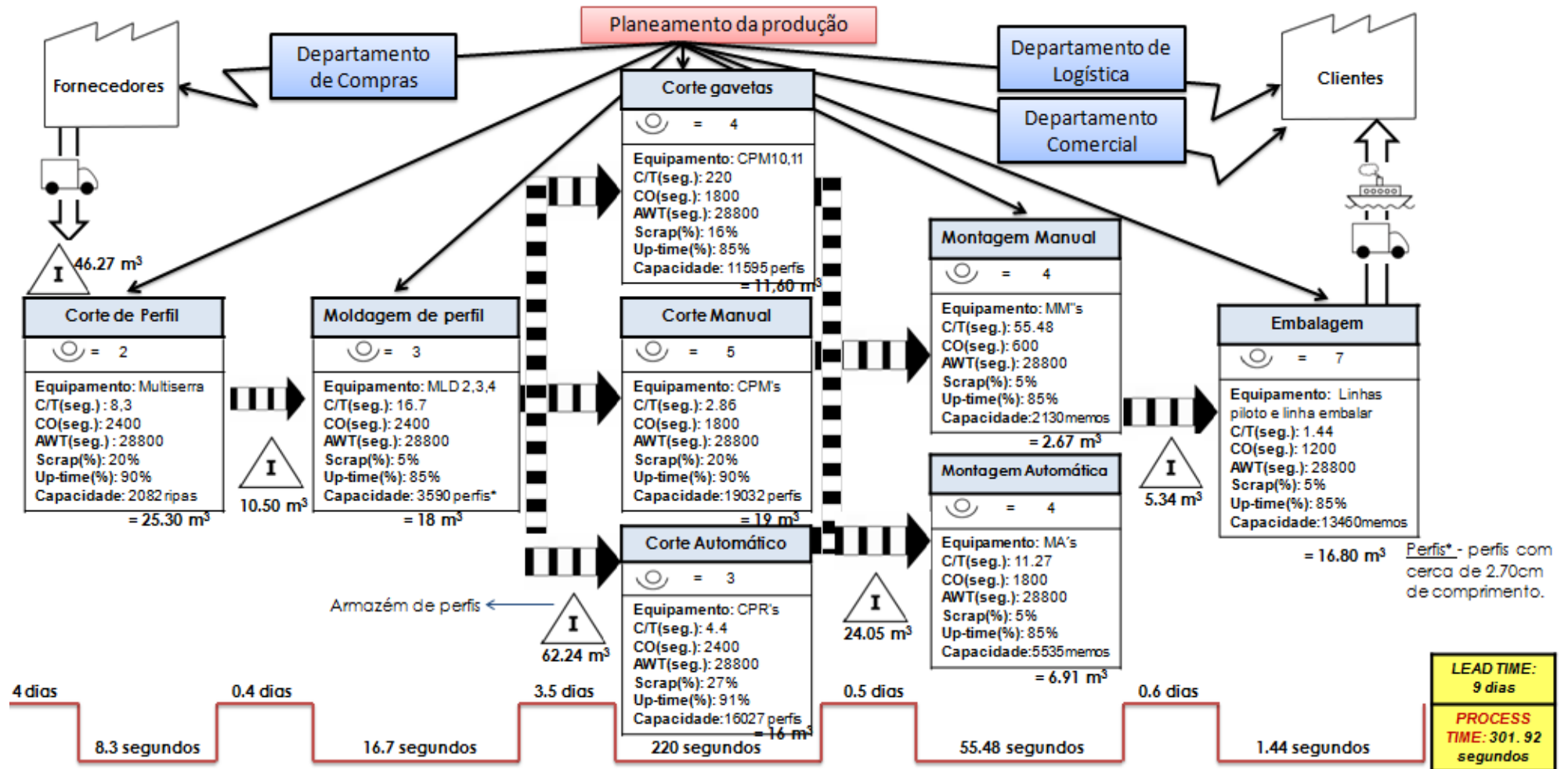


Figura 55: Mapeamento do fluxo de valor do pinho no setor das madeiras.

Note-se que, de acordo com a Tabela 13, se encontram em excesso 15.75 grades de material. Todavia, como estas não se encontram divididas, na realidade, são 20 grades que se encontram em circulação desnecessariamente. Por outra perspectiva, se considerarmos que cada grade de pinho armazena cerca de 1800 perfis de 2.70cm e cada grade de MDF contém 1000 perfis de 2.70cm, conclui-se que em excesso se encontram 4750 perfis de MDF e 19800 perfis de Pinho.

Deste modo, verifica-se que o referido setor carece de uma rápida intervenção pelo que, seguidamente, afiguram-se as ações implementadas no âmbito deste projeto.

4.3.2 PROPOSTA DE MELHORIAS E IMPLEMENTAÇÃO DE AÇÕES

No âmbito desta área de atuação, várias ações foram desenvolvidas com o intuito de atingir os objetivos propostos. Como tal, na Tabela 14 estas encontram-se explicitadas, sendo seguidamente discriminadas, não tendo ocorrido necessariamente por essa ordem.

Tabela 14: Ações a implementar no âmbito da redução de *stock* e aumento da gestão visual.

Ações
<ul style="list-style-type: none"> ● Redução de stock e aumento da gestão visual <ul style="list-style-type: none"> Definição de stocks máximos Aplicação da metodologia 5S Implementação de uma ferramenta de gestão visual Implementação de Kanbans de produção

1. Aplicação da metodologia 5S

A aplicação da metodologia 5S ocorreu no armazém intermédio de perfis e envolveu as suas habituais cinco etapas.

O primeiro S "*Seiri*" afirma que, no local de trabalho, apenas deve estar o que é necessário e na quantidade certa. Neste sentido, estipulou-se que cada referência deveria ter associada um determinado número de grades, consoante o *stock* máximo inicialmente definido. Chegou-se à conclusão que, numa ótica de otimização do espaço ocupado, as grades deveriam ser divididas a meio, já que determinadas referências tinham meia grade de *stock* máximo. Consequentemente, a unidade de medida passou a ser a meia grade.

Posteriormente, calculou-se o número de grades necessárias, tendo em conta os *stocks* máximos, apurando-se que 40 grandes era o valor correto. Deste modo, as restantes grades foram retiradas do armazém à medida que o *stock* existente decrescia.

Seguidamente aplicou-se o 2ºS "*Seiton*", que consiste na arrumação e organização do local. Neste passo, primeiramente, implementou-se um sistema de cores (Tabela 15). Neste sistema, cada grande é pintada de acordo com a cor do tipo de material que armazena. Sendo a cor natural das grades o verde, através deste sistema identifica-se, facilmente os perfis que se encontram em excesso (estão armazenados em grades verdes).

Tabela 15: Sistema de cores implementado no armazém de perfis.

Sistema de cores		
Setore(s)	Tipo de material	Cor
Preparação de perfil	Pinho	Branco
Preparação de perfil	Pontas	Vermelho
Preparação de perfil	MDF 16	Verde
Preparação de perfil	MDF 19	Laranja
Preparação de perfil	MDF 27	Azul
Preparação de perfil	MDF 12	Amarelo
Revestimento	Pinho	Verde
Revestimento	MDF 19	Vermelho
Revestimento	MDF 12	Amarelo

De seguida, de modo a identificar visualmente cada grade, criaram-se etiquetas com o tipo de material, o aro e o rasgo (Figura 56). Deste modo, a identificação das grades torna-se mais facilitada, diminuindo os tempos pela procura de determinada grade. Em adição, cada grade foi identificada com um número de 1 - 43 (note-se que 3 destas identificações correspondem a carros onde é armazenado MDF 19 do setor de revestimento) para uma maior e mais clara identificação.



Figura 56: Identificação e pinturas das grades do setor de madeiras.

O terceiro S "*Seiso*", estipula que se deve encontrar formas de manter limpo e organizado o posto de trabalho. Neste âmbito, foi efetuada uma limpeza do *gemba* e trabalhado o desenvolvimento da responsabilidade individual e de equipa na manutenção da limpeza do posto de trabalho, através da definição de funções e atribuição de tarefas.

No que respeita ao quarto S "*Seiketsu*", foram definidos procedimentos, ajudas visuais e listas com todas as grades criadas e informação detalhada sobre as mesmas.

Por último, o quinto "S" foi aplicado seguindo a política da empresa definida no seu manual interno de 5S.

O resultado da implementação da metodologia 5S encontra-se visível na Figura 57.



Figura 57: Antes e depois da implementação da metodologia 5S.

A definição dos *stocks* máximos, juntamente com a implementação da metodologia 5S e o acompanhamento diário, permitiram reduzir três pontos de acumulação de *stock*. Paralelamente, surgiu a possibilidade de alterar a disposição horizontal das grandes e, assim, melhorar a organização do armazém. O ponto central do armazém, visível na Figura 57 (antes), permite a arrumação até 32 grades e, uma vez que o ponto de acumulação de *stock* em frente a este foi eliminado, conseguiu-se dispor as grandes na vertical, o que permitiu uma arrumação até 40 grades Figura 57 (depois). Por outro, decidiu-se arrumar cada conjunto de grades por referência e por taxa de rotatividade. Por exemplo, o conjunto de referências que possui maior rotatividade encontrar-se junto às extremidades, diminuindo o número de movimentações dos empilhadores, *stackers* e outros.

A conjugação de todos os fatores descritos permitiu a criação de um novo *layout* (Figura 58).

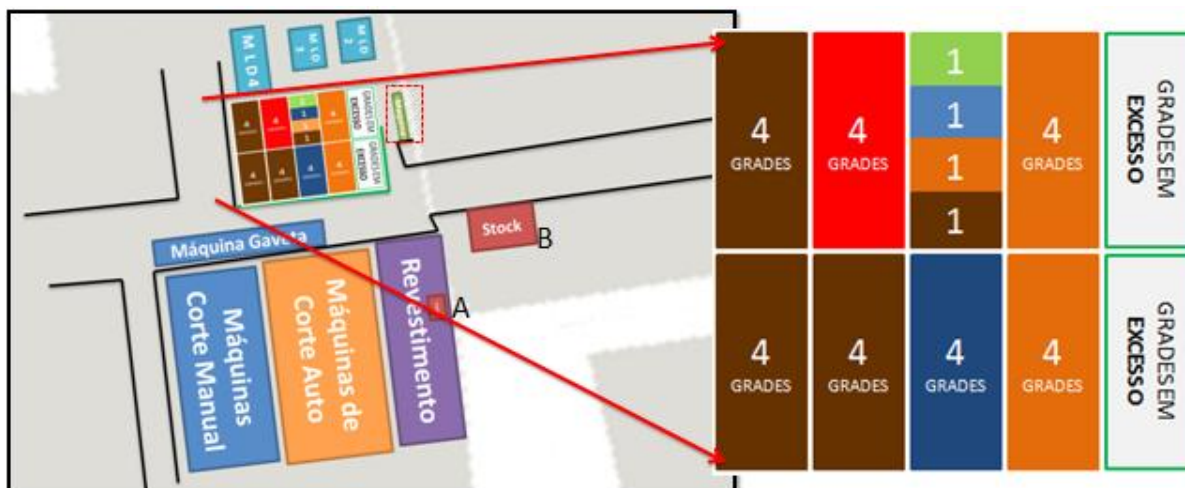


Figura 58: Layout final das grades no armazém de perfis.

Na Figura 58 é, ainda, perceptível uma área que se encontra a tracejado representativa da implementação de um novo equipamento, originada pela redução do número de grades em circulação e, consequentemente redução de inventário (ver secção 4.4.3). Na mesma figura estão, igualmente visíveis, os restantes dois pontos de acumulação de *stock*. No ponto A encontram-se duas grades que são processadas exatamente no local onde se encontram, não se justificando a deslocação das mesmas para outros pontos. No ponto B encontram-se todas as grades respeitantes ao revestimento, dada a proximidade ao setor e, ainda, duas grades de pinho que são processadas nessa localização. Todas estas grades foram igualmente alvo de ações no âmbito da metodologia 5S.



Figura 59: Antes e depois de todo o projeto.

2. Implementação de uma ferramenta de gestão visual

Numa tentativa de auxiliar o encarregado de produção na sua tarefa diária de planeamento produtivo, concebeu-se uma ferramenta de gestão visual para o *gemba*.

Esta ferramenta é efetivamente um quadro constituído pelas 72 referências processadas no setor das madeiras (Figura 60). Este quadro encontra-se dividido em quadrículas e deverá ser preenchido com ímanes. Além disto, cada referência possui quadrículas amarelas designativas do seu *stock* máximo e quadrículas brancas que expõem o *stock* em excesso.

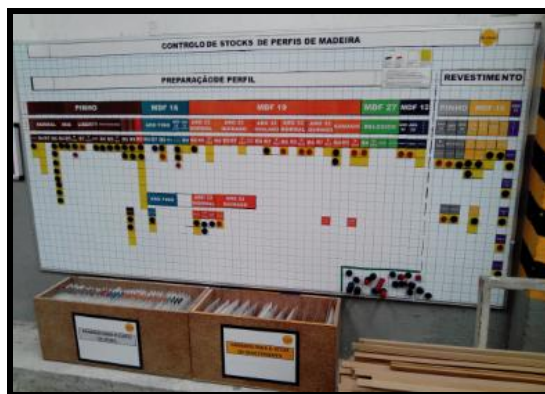


Figura 60: Ferramenta de planeamento visual de apoio à produção.

O principal objetivo desta ferramenta visual é identificar, visualmente, quais as referências que possuem *stock* em excesso e quais as referências que precisam de ser produzidas.

No Anexo H encontra-se as instruções de utilização afixadas no local e explicitadas a todos os trabalhadores do setor.

3. Implementação de *kanbans* de produção

De modo a criar um circuito "*Lean*" implementou-se um sistema de *kanbans* de produção. Estes funcionarão como um fluxo informativo entre as Molduradoras e o quadro de controlo de *stocks* de perfis de madeira como ilustrado na Figura 61.

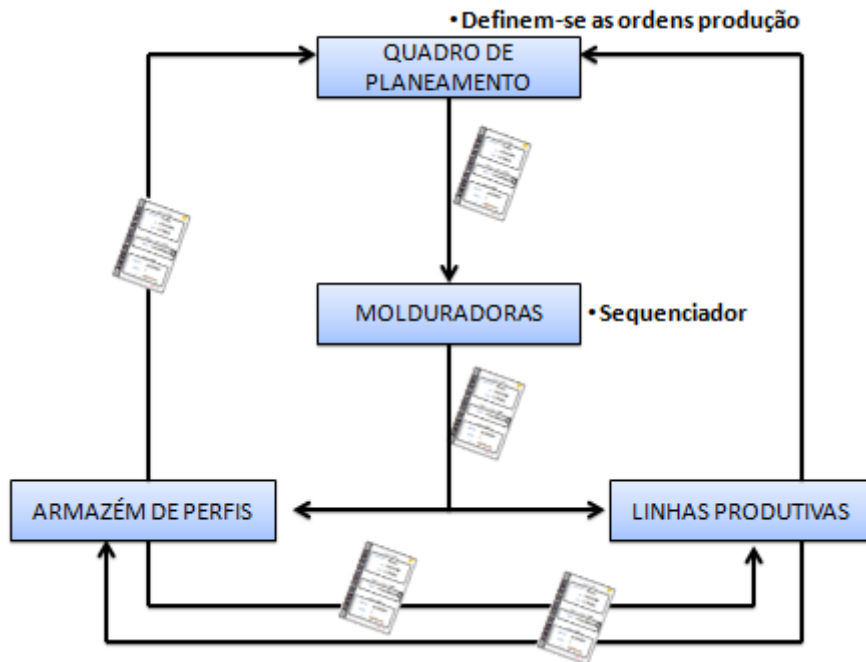


Figura 61: Circuito *Lean* implementado no setor das madeiras.

A Figura 61 evidencia que na secção das Molduradoras existe um sequenciamento de *kanbans*. Com efeito, para cada Molduradora foi criado um sequenciador com o intuito de organizar as ordens de trabalhos. Deste modo, visualmente é possível verificar qual o produto que se encontra em fabrico e quais os que se encontram pendentes.

4. Acompanhamento da atividade do setor

Durante o decorrer de todas as ações previamente citadas, surgiu um acompanhamento diário do setor, de modo a analisar as variações de *stock* e as causas que as originavam.

Semanalmente, ocorria uma pequena reunião em que os *stocks* dessa semana eram analisados e sempre que se detetavam anomalias executavam-se ações corretivas. Com estas reuniões conseguiu-se, entre outros, eliminar o material considerado "mono".

4.3.3 MUDANÇA DE LAYOUT

Este projeto de redução de *stock* através do aumento da gestão visual proporcionou a redução do espaço ocupado pelo armazém de perfis. Como já referido, esta tratava-se de uma situação de cariz urgente para o *gemba*.

Neste seguimento, procedeu-se à análise dos equipamentos que, porventura, poderiam mudar de disposição no *layout* do setor. A Tabela 16 exhibe a produção média de perfis de acordo com as combinações consideradas mais eficientes em termos de aproveitamento de perfil.

Tabela 16: Produção média de perfis/equipamento.

Máquina	Tipo de combinação	Número total de perfis (em média)				
		30	40	45	60	90
CPM 10 (gaveta)	2x90 cm + 1x40 cm		5368			10736
CPR4 (4 paus)	3x60 cm + 1x40 cm		920		4784	
CPR4 (4 paus)	2x60 cm + 2x40 cm	713	2737		2714	
CPR1	4x60 cm	252			3600	
CPR2	2x60 cm + 2x40 cm	360	1314		2646	
CPR3	2x60 cm + 2x40 cm		2140		2140	
CPM 11 (gaveta)	2x60 cm + 2x40 cm		10736		10736	

Paralelamente a esta análise, foi realizada uma outra análise à fiabilidade dos equipamentos, em termos de disponibilidade e percentagem de perfil não conforme. A junção das supracitadas análises com o espaço disponível, resultou na deslocação do equipamento CPM10 para junto do armazém de perfis e da exclusão do equipamento CPM11 do processo de fabrico. Esta última decisão perpetua-se com questões de fiabilidade, uma vez que o referido equipamento possuía uma tecnologia obsoleta e, incessantemente, encontrava-se inativo por avaria dos seus componentes internos. Assim, o *layout* final deste setor encontra-se ilustrado na Figura 62.

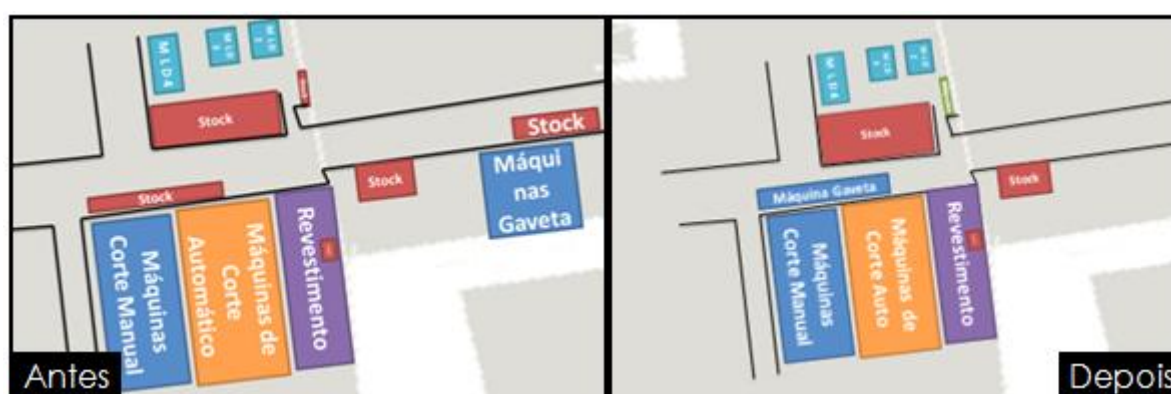


Figura 62: Mudança de *layout* ocorrida no setor das madeiras.

4.3.4 RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados auferidos com todas as ações implementadas e acompanhamento das mesmas revelaram-se fortemente positivos. No que concerne à evolução do número de grades em excesso, verifica-se uma tendência decrescente e uma grande redução desde o início do projeto (Figura 63). Em termos numéricos, esta redução representa a transição de um estado inicial de 19800 perfis de pinho para 450 e, no caso do MDF, a passagem de 4750 para 2750 perfis. Não obstante, no dia 10 de Abril de 2014 ainda se registavam 3 grades em excesso, fruto de ações por parte da gestão, maioritariamente, desperdício ao nível do excesso de produção. Sublinha-se, ainda, que a evolução de *stock* intermédio acompanhou este decréscimo, embora tende a estabilizar (Figura 63).

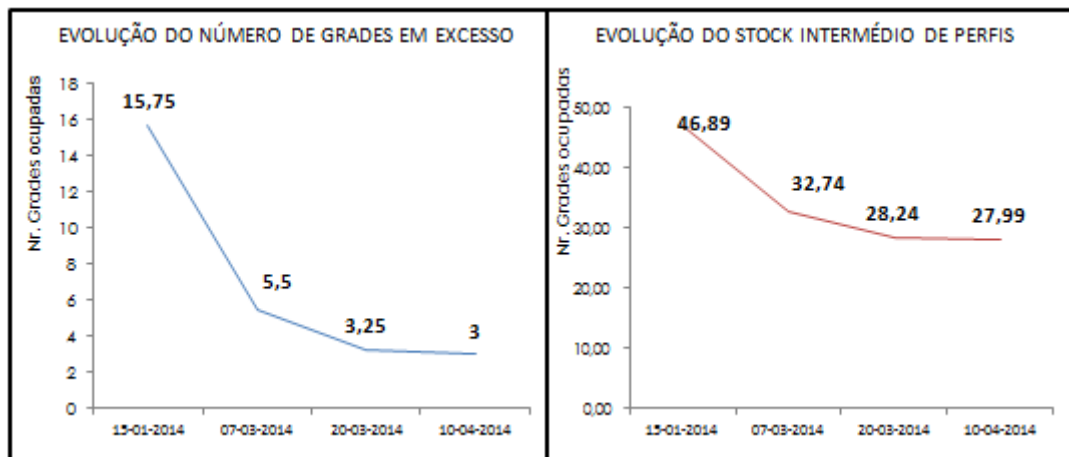


Figura 63: Evolução do número de grades em excesso e do *stock* intermédio de perfis.

Uma vez que os perfis são armazenados em grades, ocorreu, igualmente, uma redução no número de grades em circulação (de valores iniciais de 62 grades passou-se para 40 grades), representando uma redução de aproximadamente 35% (Figura 64). Consequentemente, o espaço ocupado pelas grandes diminuiu aproximadamente 17.64m² (considerando que as grandes se encontram empilhadas 4 a 4). Por último, o *lead time* do setor Bi-casa referente ao pinho passou de 9 dias (Figura 55) para 7,8 dias.

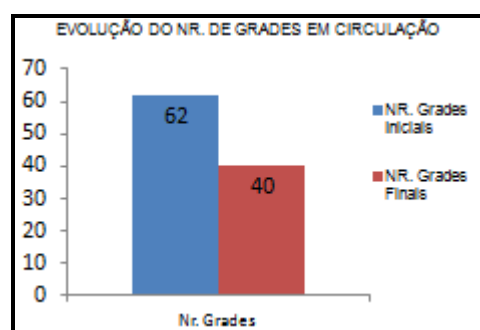


Figura 64: Evolução do número de grades em circulação.

4.4 SIMULAÇÃO DA SECÇÃO DE CORTE DE PERFIL

Durante o decorrer do projeto surgiu a oportunidade de realizar um estudo de simulação (não previsto inicialmente no projeto), através do *software* Arena®. O objetivo foi avaliar o impacto da aplicação das metodologias SMED e 5S no *output* final da secção de corte de perfil. Assim, definiram-se dois cenários, o primeiro correspondente à situação existente e o segundo contemplando as alterações propostas

O estudo de simulação foi conduzido de acordo com os seguintes passos: formulação do problema; construção do modelo conceptual e recolha de dados; modelação operacional; verificação e validação; experimentação; análise de resultados (Kelton et al., 2010).

1. Formulação do problema

No decorrer do projeto, verificou-se que, na secção de perfil, a capacidade produtiva dos equipamentos existentes não era convenientemente aproveitada. Estes possuíam tempos elevados de mudança de ferramenta e os postos de trabalhos não estavam totalmente organizados, entre outros problemas. A Figura 65 descreve o processo geral da secção de corte de perfil.

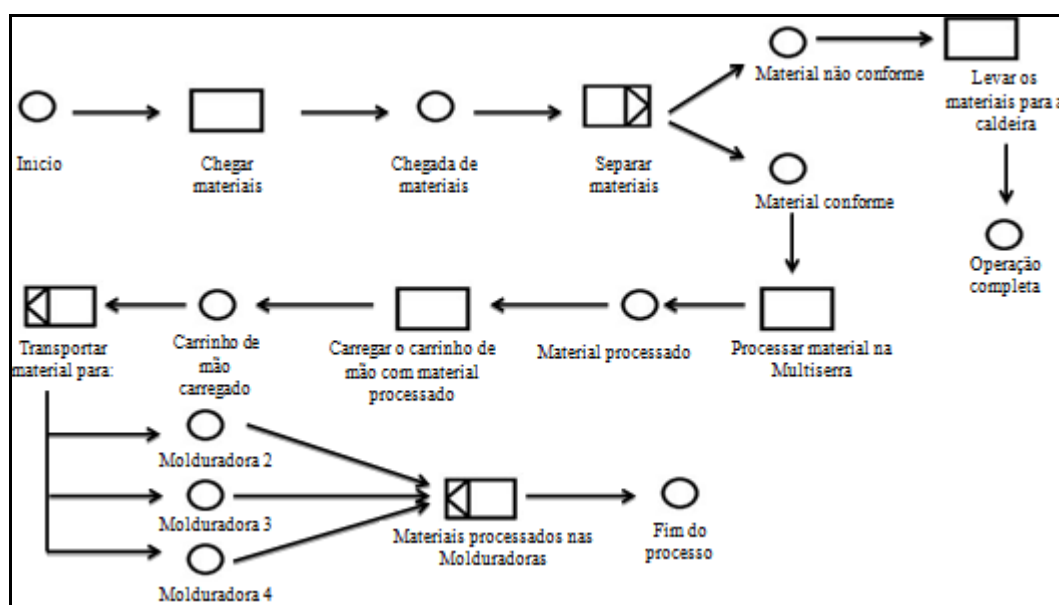


Figura 65: Descrição do processo de fabrico da secção de perfil através da rede de Petri.

De seguida, definiram-se os indicadores para avaliar as possíveis alterações: *output* (número de produtos concluídos) no período considerado, o tempo médio em fila de espera dos materiais e a percentagem de utilização dos recursos.

2. Modelo conceptual e recolha de dados

A criação do modelo conceptual passou por uma fase preliminar de recolha de dados de entrada (qualitativos e quantitativos). Neste sentido, várias observações do processo produtivo foram registadas, diversas questões e perguntas foram discutidas com os trabalhadores (os especialistas na matéria), bem como recolhidos dados e tempos produtivos.

Os dados quantitativos recolhidos foram ajustados a distribuições estatísticas e empíricas, utilizando o Input Analyzer fornecido com o *software* Arena®. De seguida, o modelo conceptual foi validado.

3. Modelação operacional

Posteriormente, procedeu-se à construção do modelo operacional (ou lógico) no Arena®, através dos blocos construtivos (Anexo J: Figura 1).

4. Verificação & Validação

O modelo lógico foi verificado e validado recorrendo a técnicas como validação interna, animação e testes de *Turing*, entre outras. A Figura 66 exhibe a simulação 3D criada no Arena Visual Designer, que contribuiu significativamente para que os "*decision makers*" aumentassem a sua confiança nos resultados deste estudo.

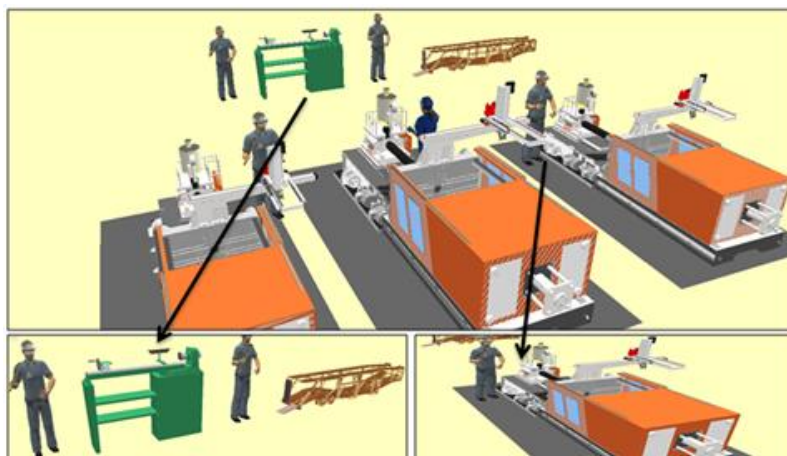


Figura 66: Simulação 3D da secção de perfil com o Arena Visual Designer.

5. Experimentação

Nesta fase foi decidido simular uma semana de trabalho com 10 replicações (o número de replicações foi definido através do método de tentativa-erro, até à obtenção de intervalos de confiança aceitáveis). Deste modo, conseguiu-se valores próximos dos reais (cenário inicial).

O segundo cenário criado representa o impacto de uma redução de 50% nos *downtimes* (particularmente na mudança de ferramenta) através das metodologias já referidas (SMED e 5S).

6. Análise de resultados

Comparativamente ao cenário inicial, o segundo cenário apresenta melhorias nos indicadores considerados. Neste sentido, o *lead time* da secção diminuiu, em média, 20% (Figura 67), a percentagem de utilização dos recursos aumentou significativamente (Anexo J) e, por fim, a produção, em termos médios, aumentou 5% (Anexo J).

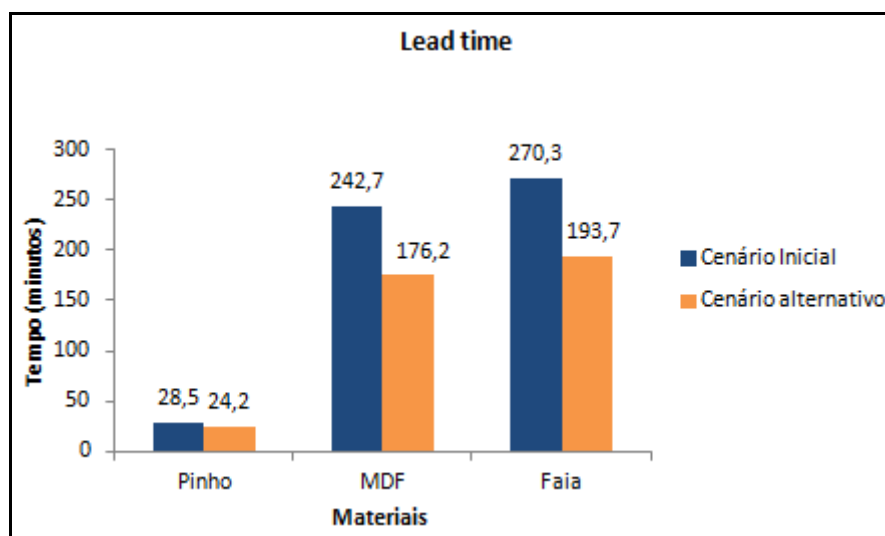


Figura 67: *Lead time* do cenário inicial Vs. *Lead time* do cenário alternativo.

O estudo de simulação efetuado, resultou na submissão de um artigo a uma revista da especialidade que aguarda aceitação.

5 CONCLUSÃO

5.1 REFLEXÃO SOBRE O TRABALHO REALIZADO

Desde a sua criação, a Bi-Silque SGPS, S.A. tem desenvolvido um todo percurso empresarial que, hoje em dia, a coloca numa posição de relevo no mercado em que opera. Parte desta conquista deve-se à sua estratégia de aposta num portfólio amplo de produtos, mas também na sua constante procura pela melhoria dos processos internos.

Para a Bi-Silque é deveras essencial apostar em projetos que melhorem o seu desempenho organizacional e reduzam os seus custos. Tais considerações motivaram a ocorrência do presente projeto que, decorreu na referida empresa, enquadrando-se no seu plano de ação *Lean* no âmbito da melhoria contínua.

A predisposição da gestão da empresa em desenvolver ações e implementar melhorias ao sistema existente, consistiu numa mais-valia para todo o projeto. Por isto, sempre que surgiram novas ideias que, podiam acrescentar valor ao sistema, sem com isso alterar os objetivos já definidos, moviam-se esforços no sentido de as acomodar ao projeto. Todavia, sempre que tal ocorria, estes assuntos eram escalonados, numa primeira fase, para as direções de produção, de forma a beneficiar sempre a gestão da produção.

É importante frisar, que durante o projeto ocorreram inevitavelmente pequenas complicações que, em termos gerais, se manifestaram pela resistência à mudança e riscos associados, sendo estas as questões mais nefastas para o projeto.

Relativamente ao projeto em si, como já referido, os principais objetivos que o potenciaram foram a otimização do comboio logístico de planos, a implementação da OEE e a redução de *stock* e o aumento da gestão visual.

Os referidos trabalhos incidiram sobre o setor Bi-casa e a sua escolha não se tratou de uma casualidade, mas sim numa dualidade imposta pelos objetivos da empresa conjugados com a necessidade de desenvolver um projeto com valor acrescentado.

Os objetivos propostos para cada área de atuação foram atingidos e, no caso da OEE e da redução de *stock*, superados. Concretamente, o trabalho desenvolvido ao nível do comboio passou por uma "otimização" do mesmo, de modo a atingir o máximo das potencialidades que um *mizusumashi* detém numa organização. De facto, as ações implementadas permitiram a estabilização do abastecimento de materiais às linhas, evidenciado pela

redução nas horas de utilização dos empilhadores, no aumento do número de paletes transportadas e, por último, no aumento do número de semi-percursos efetuados.

A implementação da OEE tratou-se de um trabalho igualmente bem-sucedido. Primitivamente ocorreram algumas dificuldades na construção desta ferramenta, sobretudo devido às dificuldades e relutâncias por parte dos trabalhadores. Porém, com a criação de uma ferramenta prática e de acessível compreensão, a OEE tornou-se num auxílio ao planeamento produtivo e, através do ciclo PDCA, criou-se um meio de implementação de melhorias. Posto isto, o *workshop* executado e, nomeadamente, as ações que deste derivaram, permitiram um aumento da eficiência de uma das linhas de embalagem. Note-se que devido ao sucesso registado nesta linha, a OEE foi expandida e, atualmente, inclusive o setor Bi-office encontra-se a implementar esta métrica.

Por último, a redução de *stock* no armazém de perfis tratou-se de um projeto que recebeu um *feedback* positivo por parte de operadores, bem como dos gestores. O que inicialmente se previa tratar de uma análise aos *stocks* existentes e redução dos mesmos, converteu-se, também, num pequeno projeto de mudança de *layout* e arrumação do local de trabalho. Este último através da metodologia 5S.

Salienta-se, também, o facto de o projeto ter possibilitado simular a secção de corte de perfil. Assim, através de um estudo de simulação, conseguiu-se criar um modelo arena® que "obrigou" a empresa a rever os seus procedimentos operacionais. Deste modo, este estudo contribuiu para a empresa implementar novas práticas e utilizar a simulação em futuros estudos.

Em síntese, pode-se afirmar que os objetivos previamente estabelecidos foram positivamente alcançados e, no meu caso particular, contribuíram para que a minha primeira experiência profissional fosse um sucesso, fruto do forte enriquecimento em termos de conhecimentos e experiência pessoal. Este projeto consistiu, também, num exercício prático das unidades curriculares que ao longo deste trajeto académico frequentei, o que me concedeu indispensáveis habilidades e perceções para o meu percurso profissional futuro.

5.2 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Em prol da estratégia interna da Bi-Silque, existem algumas considerações a tomar para possíveis trabalhos futuros:

- Comboio logístico de planos: Sugeriu-se ao longo do desenvolvimento deste projeto a implementação de um sistema de permuta de carruagens. Porém, tal não foi possível devido à não existência de um local para acomodar as carruagens. Deste modo, trata-se de um trabalho com fortes potencialidades de melhoria;
- OEE: Através dos dados fornecidos pelos diferentes OEE implementados por toda a nave industrial, existem fortes potencialidades de melhoria. Todavia, deve-se ter em consideração que estas melhorias devem sempre envolver os operários;
- Simulação da secção de corte de perfil: O funcionamento desta secção foi simulado, o que demonstrou que os *downtimes*, nomeadamente os relacionados com a mudança de ferramenta, possuem uma grande influência no *output* final da secção. Posto isto, este trabalho deverá passar para uma fase mais "prática", isto é, uma fase com a implementação de metodologias que melhorem substancialmente os processos existentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afey, I. H. (2013). Implementation of Total Productive Maintenance and Overall Equipment Effectiveness Evaluation. *International Journal of Mechanical & Mechatronics Engineering*, 13(1).
- Ahuja, I. P. S., & Khamba, J. S. (2008). Total productive maintenance: literature review and directions. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 25(7), 709–756.
- Almeanazel, O. T. R. (2010). Total productive maintenance review and overall equipment effectiveness measurement. *JJMIE*, 4(4), 517–522.
- Anvari, F., Edwards, R., & Starr, A. (2010). Evaluation of overall equipment effectiveness based on market. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 16(3), 256–270.
- Azevedo, C. (2012). As melhores práticas nas fábricas. Retrieved April 29, 2014, from http://www.partnerconsulting.com.br/artigos_det.asp?artigo=125
- Brar, G. S., & Saini, G. (2011). Milk run logistics: literature review and directions. In *Proceedings of the World Congress on Engineering* (Vol. 1, pp. 6–8).
- Brunt, D., & Butterworth, C. (1998). *Waste elimination in lean production - A Supply Chain Perspective*. Duseldorf.
- Cardoso, C. (2012). Lean Manufacturing na Prática. Retrieved April 23, 2014, from <http://www.kitemes.com.br/lean-manufacturing-na-pratica/>
- Catálogo de produtos da Bi-Silque (2012).
- Cavalcante, Z. V., & da Silva, M. L. S. (2011). A Importância da Revolução Industrial no mundo da tecnologia. *VII Encontro Nacional de Produção Científica*.
- Chapman, C. D. (2005). Clean house with lean 5S. *Quality Progress*, 38(6), 27–32.
- Christopher, M. (2005). *Logistics and supply chain management: creating value-adding networks*. Pearson education.
- Coimbra, E. A. (2009). *Total Management Flow: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chains*. Kaizen Institute.
- Deane, P. M. (1979). *The first industrial revolution*. Cambridge University Press.
- Dennis, P. (2008). *Produção lean simplificada*. Bookman.
- Hirano, H. (1996). *5S for operators: 5 pillars of the visual workplace*. Productivity press.
- Ho, S. K., Cicmil, S., & Fung, C. K. (1995). The Japanese 5-S practice and TQM training. *Training for Quality*, 3(4), 19–24.
- Ichikawa, H. (2009). Simulating an applied model to optimize cell production and parts supply (Mizusumashi) for laptop assembly. In *Winter Simulation Conference* (pp. 2272–2280). Winter Simulation Conference.
- Imai, M. (1997). *Gemba kaizen: a commonsense low-cost approach to management*. New York: McGraw-Hill. XXX.

- Kelton, W. D., Sadowski, R. P., & Sadowski, D. A. (2010). *Simulation with ARENA* (5th ed., Vol. 3). McGraw-Hill New York.
- Meyers, F. E., & Stewart, J. R. (2002). *Motion and time study for lean manufacturing* (Vol. 370). Prentice Hall Upper Saddle River, NJ.
- Monden, Y. (1983). *Toyota production system: practical approach to production management*. Industrial Engineering and Management Press, Institute of Industrial Engineers Norcross, GA.
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM: total productive maintenance*. Productivity Press Cambridge, MA.
- Nash, M. A., & Poling, S. R. (2011). *Mapping the total value stream: A comprehensive guide for production and transactional processes*. CRC Press.
- Nomura, J., & Takakuwa, S. (2006). Optimization of a number of containers for assembly lines: the fixed-course pick-up system. *International Journal of Simulation Modelling (IJSIMM)*, 5(4).
- Ohno, T. (1988). *Toyota production system: beyond large-scale production*. Productivity press.
- Peterson, J., Peterson, J., Smith, R., & Smith, R. B. (1998). *The 5S pocket guide*. Productivity Press.
- Pinto, J. P. (2006). Gestão de Operações na Indústria e nos Serviços. *Lidel, Setembro*.
- Pinto, J. P. (2009). Pensamento Lean: a filosofia das organizações vencedoras. *Lidel: Lisboa*.
- Pinto, J. P. (2013). *Manutenção Lean*. (Lidel, Ed.).
- Rother, M., & Shook, J. (1999). *Learning to see: value stream mapping to add value and eliminate muda*. Lean Enterprise Institute.
- Russell, R. S., & Taylor, B. W. (2003). *Operations management* (Vol. 4). Prentice Hall ^ eNew Jersey New Jersey.
- Sistema Documental da Bi-Silque (2012).
- Sharma, A., Moody, P. E., & Rosa, M. L. G. L. (2003). *A máquina perfeita: como vencer na nova economia produzindo com menos recursos*. (P. Hall, Ed.) (1ª edição.).
- Stevenson, W. J., & Hojati, M. (2005). *Operations management* (8ª edição., Vol. 8). McGraw-Hill/Irwin Boston.
- Sugimori, Y., Kusunoki, K., Cho, F., & Uchikawa, S. (1977). Toyota production system and kanban system materialization of just-in-time and respect-for-human system. *The International Journal of Production Research*, 15(6), 553–564.
- Suzaki, K. (2010). Gestão de Operações Lean—Metodologias Kaizen para a melhoria contínua. *LeanOp, 1ª Edição, Setembro de, 2010*, 129–133.
- Suzuki, T. (1994). *TPM in process industries*. Productivity Press.

- Tajiri, M., & Goto, F. (1992). *TPM implementation, a Japanese approach*. McGraw-Hill New York.
- Team, P. P. D. (2002). *Kanban for the Shopfloor*. Productivity Press.
- Wilson, L. (2010). *How to implement lean manufacturing*. McGraw Hill Professional.
- Wireman, T. (2005). *Developing performance indicators for managing maintenance*. Industrial Press Inc.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2004). *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation*. New York, USA: Simon and Schuster.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The Machine that Changed The World: How lean production revolutionized the global car wars*, 352 p. Simon & Schuster Ltd.

ANEXOS

Anexo A: Simbologia utilizada na construção de um VSM.

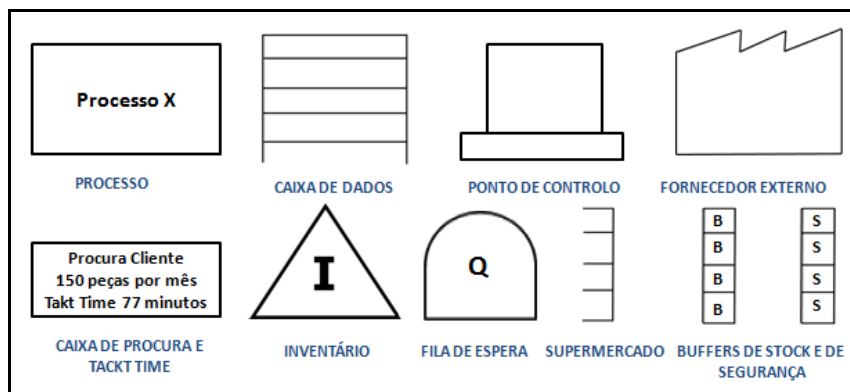


Figura 1: Primeiro conjunto formado por processos, inventário, entidades e dados associados.

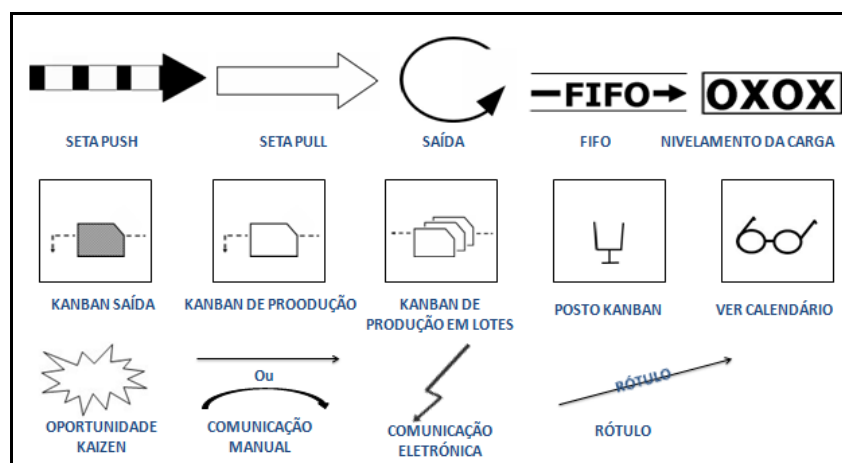


Figura 2: Segundo conjunto formado por fluxos, sinais, comunicações e rótulos.

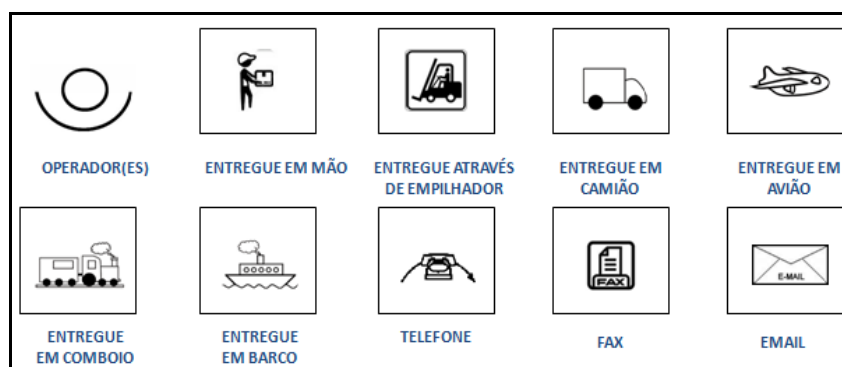


Figura 3: Terceiro conjunto de elementos composto por colaboradores e meios de transporte.

Anexo B: Folha de registo das movimentações do comboio logístico.



Operador:

Registo das movimentações do Comboio Logístico dos planos de corte


[illegible]

Percursos: 1: Giben1/Celaschi ➡ Armazém Alumínios 2: Giben1/Celaschi ➡ Prensa

3: Armazém Alumínios → Prensas 4: Prensas → Bi-Bloco 5: Bi-bloco → Atlanta

6: Atlanta → Armazém inicial

Anexo C: Regras de funcionamento do comboio logístico de planos



Regras de Funcionamento do Comboio Logístico dos planos de corte

- 1º Cumprir **obrigatoriamente** o horário estipulado;
- 2º Comboio viaja sempre com 3 vagões;
- 3º As paletes transportadas **não podem** exceder as dimensões dos vagões;
- 4º A altura **máxima** da carga a partir do vagão é **1,50m**;
- 5º Preencher devidamente a “Folha de Registo de Movimentações”;
- 6º O comboio só poderá ser conduzido pelos operadores **Sr. José Ferreira e Sr. Manuel Pinto**;
- 7º Em caso de **carga instável**, cintar o material;
- 8º Guardar as cintas no gabinete do responsável dos setor dos planos;
- 9º Em caso de anomalias que prejudiquem o correto funcionamento do comboio contactar a Eng^a Lúcia.

Anexo D: Instrução de trabalho do comboio logístico dos planos de corte

Instrução de Trabalho

Controlo do manuseamento e movimentações do comboio | 00-IT-00
| Revisão 00

Comboio Logístico dos Planos de Corte | Logística Interna



Objetivo	Consciencializar para a utilização do Comboio Logístico dos planos de corte
Observações	
- Esta IT lista os procedimentos a executar aquando a utilização do Comboio Logístico dos planos de corte nos distintos <i>Checkpoints</i> ;	
Instruções / Modo de Proceder	
<h3>1- <u>Comboio Logístico:</u></h3> <h4>1.1- Introdução:</h4> <ul style="list-style-type: none">- O comboio logístico, também designado de <i>mizusumashi</i> ou <i>milkrun</i>, distribui os componentes e/ou recolhe o produto acabado pela fábrica, utilizando um sistema de <i>Kanban</i> para facilitar a troca de informação. Reduz, desta forma, o uso de empilhadores, <i>stackers</i> e porta-paletes.- Possui vagões desenhados e criados segundo as especificações do material que transporta. Além disto, permite abastecer linhas de produção através de entregas frequentes aos postos de trabalho. <h4>1.2- O Comboio Logístico dos planos de corte:</h4> <ul style="list-style-type: none">- O comboio Logístico dos planos de corte tem um percurso delineado e fixo que inclui o ponto de partida (0) e três <i>check-points</i> (1 - Armazém dos planos, 2 - Área das prensas e 3 - Bi-Bloco).- O material transportado pode ser planos, paletes, esferovite e paletes para expedir.- É conduzido por um operador responsável por cumprir o horário do comboio e registar as movimentações do mesmo.- Utiliza um sistema de <i>Kanbans</i> em determinados <i>checkpoints</i>.- Deve ser carregado/descarregado pelos empilhadores afetos à área em que se encontra, atribuindo-lhe prioridade nas operações. <h5>1.2.1 - Ponto de Partida (0)</h5> <ul style="list-style-type: none">- Situa-se no corredor entre o armazém de matérias-primas e o pavilhão das madeiras, como ilustrado na seguinte figura: <div data-bbox="611 1509 1010 1809"></div> <ul style="list-style-type: none">- Os vagões do comboio logístico devem ser atrelados para que se inicie o carregamento;	

Elaborado: Fernando Nunes

Aprovado:

Data: 6 de Dezembro de 2013

Página 1 de 3

- O carregamento de material deve ser efetuado segundo uma ordem FIFO (O primeiro a entrar é o primeiro a sair). No caso de haver material prioritário, este deve ser carregado em primeiro lugar;
- O comboio logístico deverá iniciar a marcha à hora estipulada no seu horário, mesmo que se encontre com espaços vazios nos vagões;
- O operador do comboio logístico no percurso “Volta” deverá colocar num quadro específico os *Kanbans* recolhidos ao longo percurso;
- O operador do comboio logístico deverá preencher os campos da ficha de registo das movimentações do comboio logístico que lhe sejam possíveis (hora saída, semi-percurso, nº paletes, dimensão e nº de vagões);
- Os condutores dos empilhadores afetos a esta zona devem estar atentos ao horário de partida do comboio, de modo a que a carga do mesmo se efetue dentro de 10 (dez) minutos.

1.2.2 - Checkpoint do Armazém de planos (1)

- Situa-se a meio do corredor que se dirige para a Atlanta e para o cais de expedição, como ilustrado na seguinte figura:



- Descarregar os planos destinados a esta área;
- Registar na ficha de movimentações do comboio logístico a hora de chegada e a hora de saída para o próximo destino;
- No percurso “Volta” as paletes de produto acabado da Bi-Bloco devem ser descarregadas nesta zona ou, no caso de não haver espaço, junto à Atlanta;
- Os condutores dos empilhadores afetos a esta zona devem estar atentos ao horário de passagem do comboio, de modo a que a descarga se efetue dentro de 5 (cinco) minutos.

1.2.3 - Checkpoint da Área das Prensas (2)

- Situa-se na entrada do pavilhão que dá acesso à Bi-Bloco, como ilustrado na seguinte figura:



- Deve ser descarregado o material proveniente da área de Corte;
- Os Kanbans com requisição de material para as prensas devem ser recolhidos;
- Os empilhadores responsáveis pela descarga devem estar atentos ao horário de passagem do comboio logístico, de modo a efetuarem as operações de descarga em 5 (cinco) minutos no máximo;
- O operador do comboio logístico deverá registar a hora que chegou a este local e a hora que partiu, em ambos os percursos “Ida” e “Volta”.

1.2.4 - Checkpoint da Bi-Bloco (3)

- Situa-se junto ao armazém de componentes da Bi-Bloco, como ilustrado na seguinte figura:



- As paletes da Bi-Bloco de produto acabado devem ser carregadas de modo a serem transportadas para perto da área de expedição;
- Os empilhadores responsáveis pela carga/descarga do comboio logístico devem estar atentos aos horários de passagem do comboio, de modo a efetuarem a carga/descarga do mesmo em 10 (dez) minutos no máximo;
- Devem ser recolhidos, pelo operador do comboio logístico, os Kanbans correspondentes às requisições de paletes realizadas pela Bi-Bloco.
- O operador do comboio logístico deverá registar a hora de chegada e a hora de partida deste local.

Anexo E: Instruções de trabalho para o preenchimento do quadro OEE.



INSTRUÇÕES DE TRABALHO PARA O PREENCHIMENTO DO QUADRO OEE

FERRAMENTA NECESSÁRIA

Calculadora

Marcador preto

Caneta permanente

INSTRUÇÕES DE TRABALHO

O quadro OEE só pode ser preenchido pelos funcionários que participaram na formação “Preenchimento do Quadro OEE”.

1. A zona A do quadro que tem como título “Produção Diária” e deve ser sempre preenchida diariamente aquando do funcionamento do equipamento (com o marcador). Nele indica:

- a hora de início de produção;
- a hora de fim;
- a quantidade produzida;
- a quantidade produzida sem defeito (Memo com defeito é o memo que se retira da linha para posteriormente reparar ou desfazer);
- o tipo de material (Cortiça, Magnético, PVC ou *Sotfboard*);
- as principais causas de defeito (Matéria-prima, Equipamento, Operador ou Mudança de ferramenta);
- o número do funcionário responsável pela produção.

No final de cada dia de trabalho, deve-se somar as unidades produzidas e as unidades produzidas sem defeito, preenchendo os retângulos correspondentes.

2. A zona B do quadro que tem como título “Paragens planeadas e não planeadas” deve ser preenchida obrigatoriamente sempre que ocorra:

- Avaria (s);
- Mudança (s) de ferramenta (Setup);
- Manutenção autónoma.

Para cada um destes itens tem de indicar o tempo em minutos e a causa. No final de cada dia procede-se a soma de cada coluna nos espaços indicados.

3. A Zona C do quadro indica os procedimentos a tomar para o cálculo do OEE. Este cálculo só pode ser efetuado após a utilização do equipamento no final de cada dia.



- **1º Passo - Cálculo da Qualidade (inicial Q):** preencher o número total de peças sem defeito e a quantidade de peças produzidas nos retângulos vermelhos (dados obtidos na zona A).
- **2º Passo – Cálculo da Disponibilidade (inicial D):** preencher os retângulos a verde tendo em conta as indicações. Este cálculo deve ser feito em minutos.

A Hora de fim menos a hora de início é igual ao tempo total em que o equipamento esteve em funcionamento naquele dia (em minutos).

Os intervalos correspondem as pausas efetuadas durante o período laboral que podem ser às 10h e ao almoço.

O tempo de paragem total corresponde à soma das três colunas da zona B (avarias, *Setup* e manutenção autónoma)

- **3º Passo – Cálculo do desempenho (inicial P):** preencher os retângulos a azul tendo em conta as indicações (estes dados são retirados dos cálculos anteriores).
- **4º Passo – Cálculo do OEE:** após o preenchimento dos dados acima pedidos, realizar os cálculos indicados de forma a obter o OEE em percentagem (no retângulo amarelo).

4. Na zona E do quadro colocar o valor obtido, diariamente, no 4º passo com a caneta permanente. Para além disso, indicar com a inicial - Q para qualidade, D para disponibilidade e P para desempenho - o valor mais baixo destes três.

5. No final de cada semana, preencher com a caneta permanente na zona F a média semanal, isto é, a soma dos valores do OEE a dividir pelo número de dias trabalhados. E indicar com a inicial Q para qualidade, D para disponibilidade e P para desempenho – a componente que foi mais vezes baixa durante essa semana.

6. Tendo em conta a componente identificada como mais baixa nessa semana, será definida uma ação de melhoria que deverá ser escrita com caneta permanente na zona D.

7. Após estes cálculos, limpar a zona A, B e C para ser novamente preenchida na próxima utilização e limpar semanalmente a zona F.

F

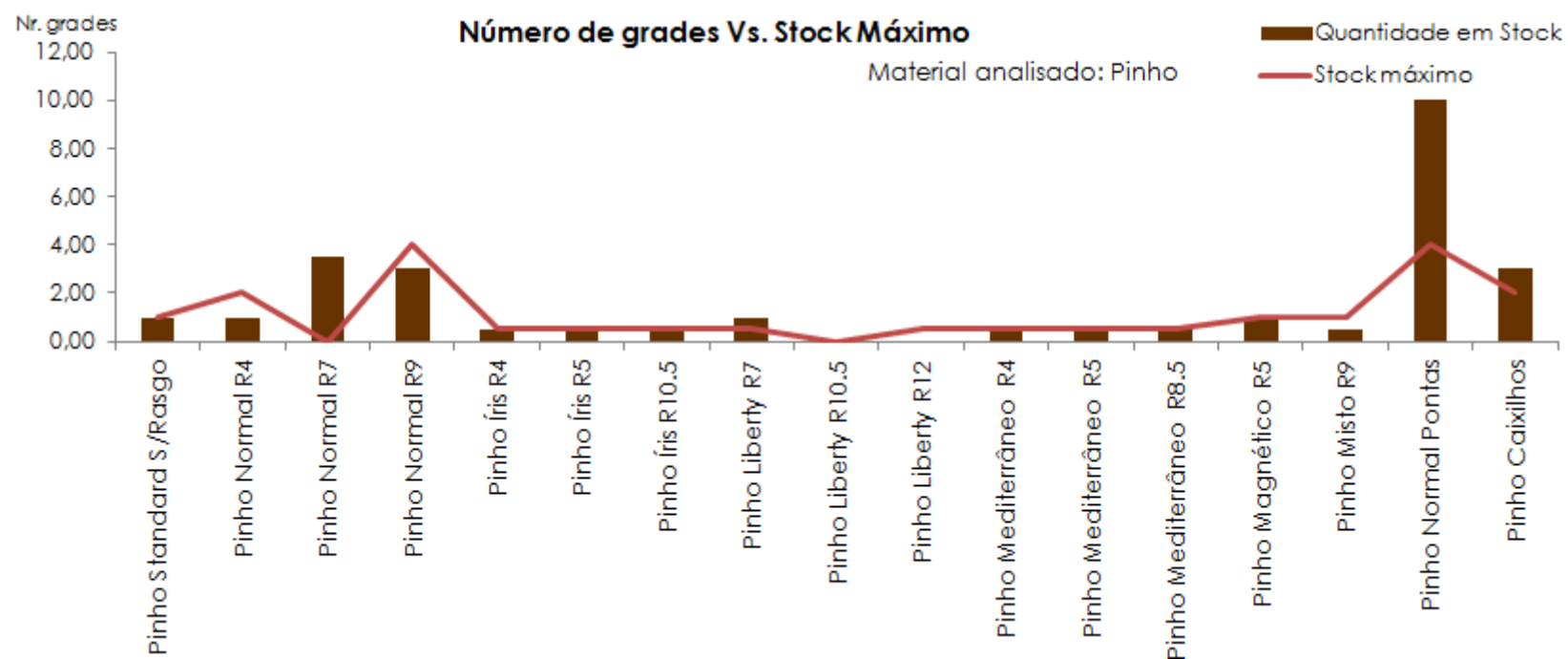
Anexo F: Ferramenta MS Excel para o cálculo da OEE.

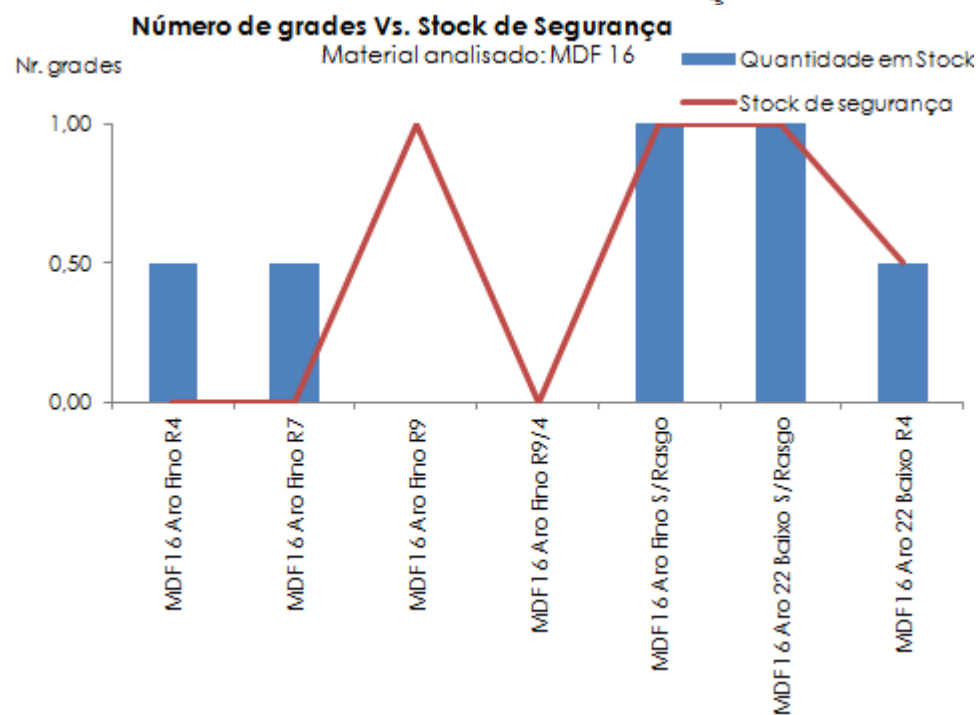
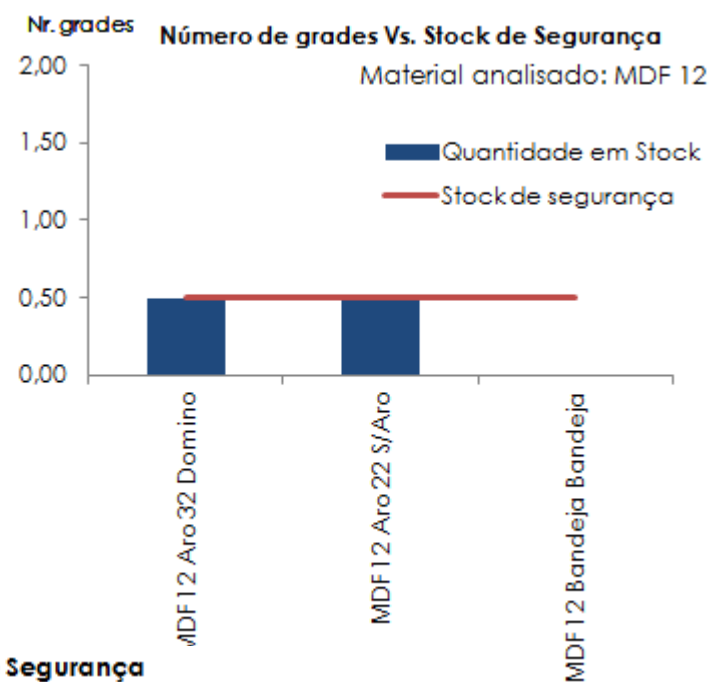
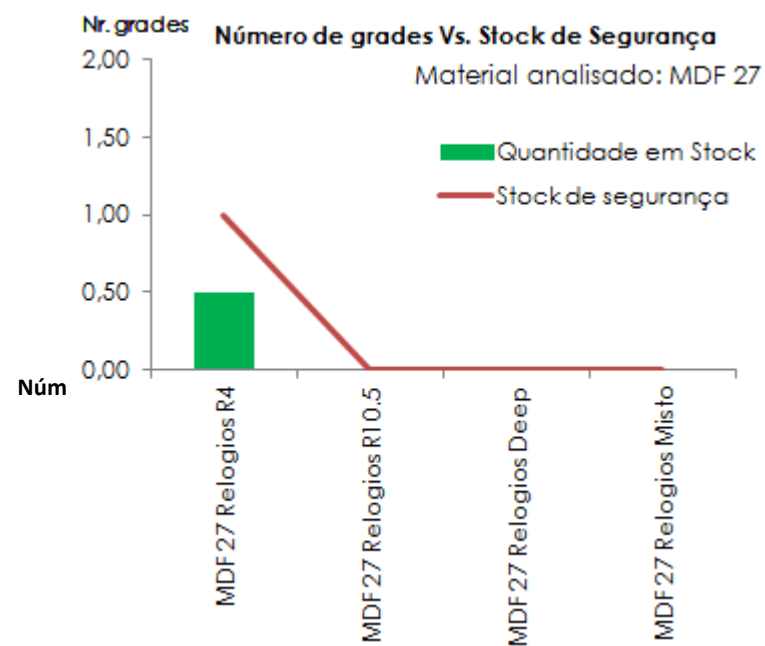
	FÓRMULAS	NOMENCLATURA	DESIGNAÇÕES	VALOR	UNIDADE
A		TT	TEMPO TOTAL	0	minutos
B		TNP	TEMPO NÃO PLANEADO	0	minutos
C	C=A-B	TTO	TEMPO TOTAL DE OPERAÇÃO	0	minutos
D		PP	PARAGENS PLANEADAS	0	minutos
E	E=C-D	TPP	TEMPO PLANEADO DE PRODUÇÃO	0	minutos
F		PNP	PARAGENS NÃO PLANEADAS	0	minutos
G	G=F-E	TBP	TEMPO BRUTO DE PRODUÇÃO	0	minutos
H	H=G/E×100%	D	FACTOR DISPONIBILIDADE	#DIV/0!	minutos
I		T/CN	TEMPO DE CICLO NOMINAL	0	minutos
J			PRODUÇÃO TEÓRICA	0	unidades
K			PRODUÇÃO TOTAL REAL	0	unidades
L	L=K×I	TRP	TEMPO REAL DE PRODUÇÃO	0,0	minutos
M	M=G-L	PE	PERDAS DE EFICIÊNCIA	0,0	minutos
N	N=L/G×100%	E	FACTOR DESEMPENHO	#DIV/0!	minutos
O			PRODUÇÃO REJEITADA	0	minutos
P			PRODUÇÃO RETRABALHADA	0	minutos
Q	Q=K-O-P		PRODUÇÃO BOA (À PRIMEIRA)	0	unidades
R	R=Q×I	TUP	TEMPO ÚTIL DE PRODUÇÃO	0	minutos
S	S=L-R	PQ	PERDAS DE QUALIDADE	0,0	minutos
T	T=R/I×100%	Q	FACTOR QUALIDADE	#DIV/0!	minutos
U	U=H×N×T	OEE	EFICIÊNCIA OPERACIONAL DO EQUIPAMENTO	#DIV/0!	minutos

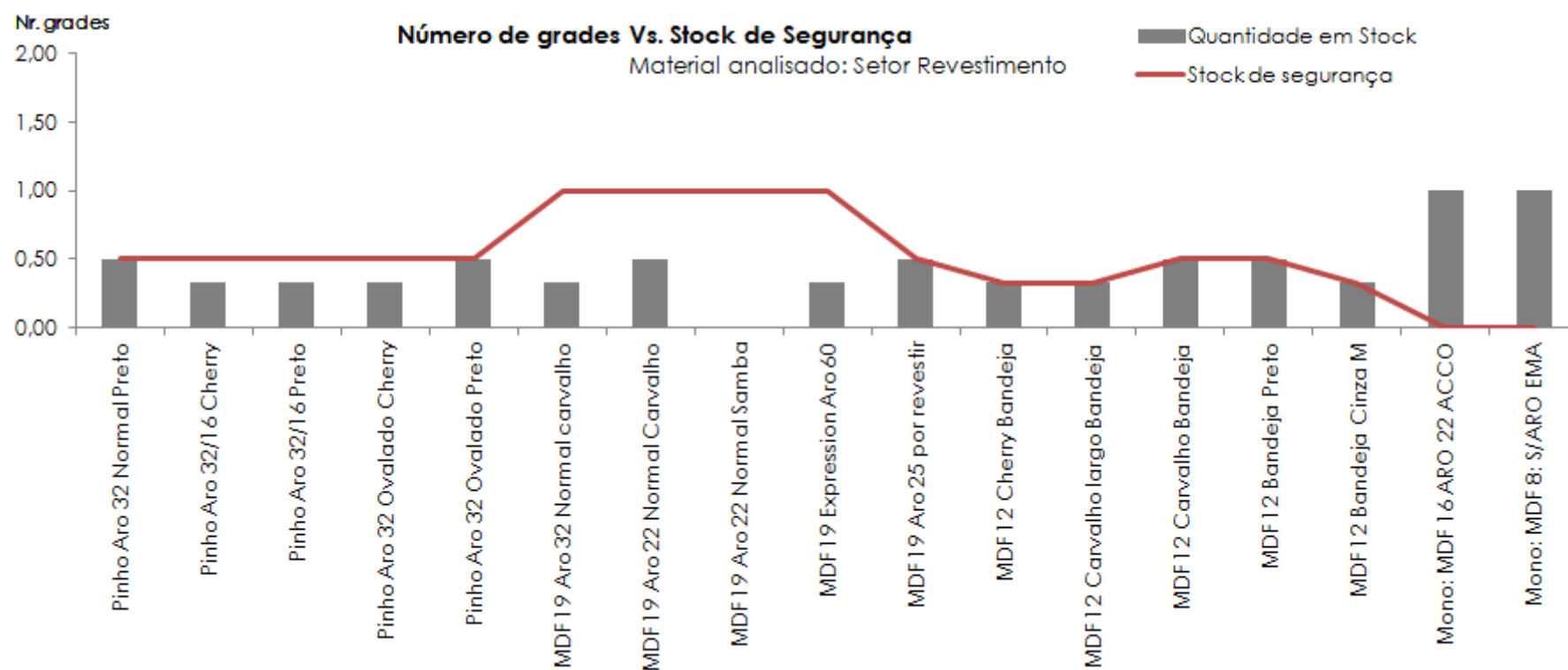
Dados

Calculados

Anexo G: Análise aos stocks existentes no armazém de perfis



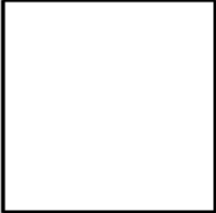







Anexo H: Instruções de utilização do quadro de planeamento produtivo.


LEGENDA

			
Cada íman azul corresponde a $\frac{1}{2}$ (meia grade) cheia em stock (armazenada).	Cada íman vermelho corresponde a $\frac{1}{4}$ (um quarto) de grade em stock (armazenada).	Cada quadrado, independentemente da cor, corresponde a $\frac{1}{2}$ (meia grande) cheia.	Os quadrados amarelos representam os stocks máximos de cada referência.

INSTRUÇÕES DE UTILIZAÇÃO

1. Atualizar o quadro sempre que entra ou sai material de/para as grades;
2. Utilizar os ímans azuis e vermelhos para preencher o quadro;
3. O quadro possui os stocks referentes à **preparação de perfil e revestimento**;
4. Garantir sempre que as quantidades dos quadrados amarelos existem em stock;
5. As referências que não possuem quadrados amarelos significa que não possuem stocks de Máximos, por isso só devem ser produzidas para um encomenda específica;
4. Se não existir alguma referência no quadro, avisar o responsável;
5. Não é permitido afixar no quadro qualquer outro tipo de informação;
6. Cada grade está pintada de acordo com as cores que cada referência possui neste quadro;
7. Nas grades verdes devem estar o stock em excesso ou uma ordem de produção esporádica.

Anexo I: Exemplo de um Kanban de produção do setor de madeiras

KANBAN DE CORTE DE PERFIS	MATERIAL A PRODUZIR	
	TIPO DE MATERIAL: PINHO	
	ARO: STANDARD	
	RASGO: S/RASGO	
MÁQUINA A EFETUAR A PRODUÇÃO		
MÁQUINA: MOLDERADORA <input type="checkbox"/>		
DADOS DE PRODUÇÃO		
QUANTIDADE: 0.5 GRADE		
NRº GRADE: 1		
COR: CASTANHO		
KANBAN 1 DE 2		

Anexo J: Estudo de simulação

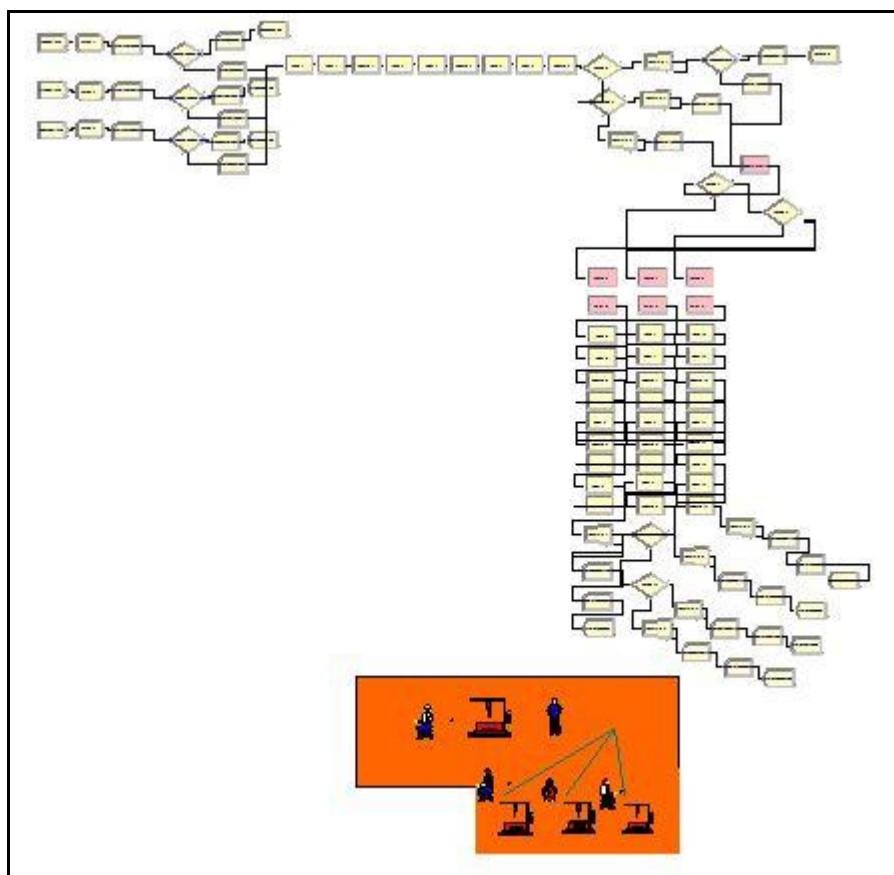


Figura 1: Modelo de simulação da secção de perfil.

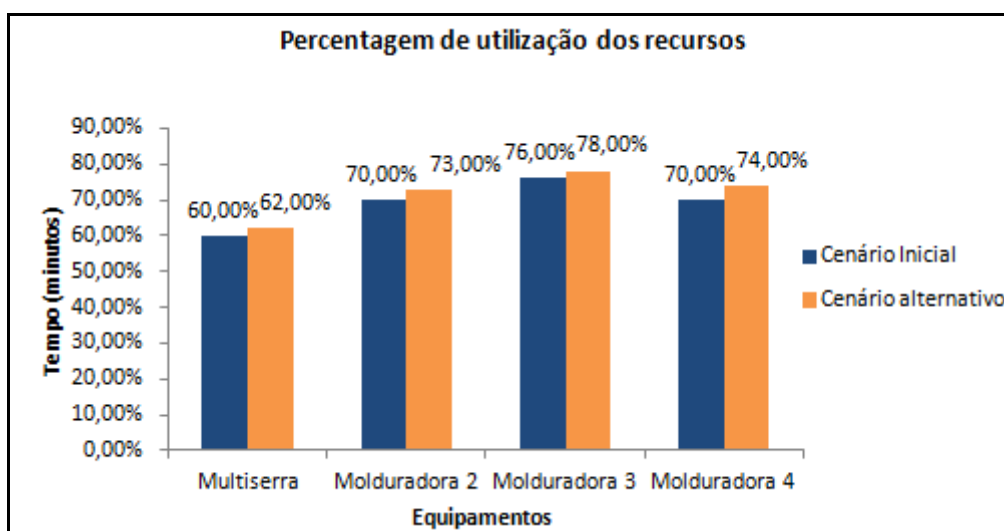


Figura 2: Comparação entre a percentagem de utilização dos recursos no cenário inicial e no cenário secundário.

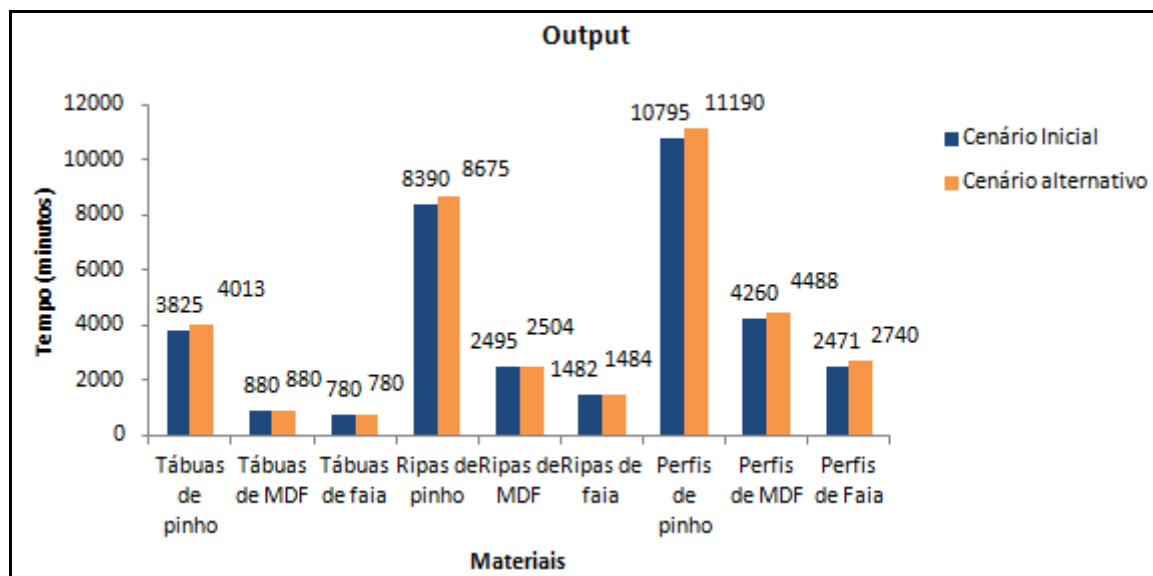


Figura 3: Output do cenário inicial Vs. Output do cenário secundário.